

УДК 339.9:620.9

DOI: https://doi.org/10.31521/modecon.V39(2023)-09

**Когут-Ференс О. І.**, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри міжнародних економічних відносин, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

**ORCID:** 0000-0001-6015-5205

**e-mail:** Oksana.kohut\_ferens@pnu.edu.ua

**Колотило А. Д.**, студентка магістратури, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

**ORCID:** 0000-0002-7681-6634

**e-mail:** kolotyloandriana01@gmail.com

### **Цифрова енергетика, як ключова складова сучасної світової енергосистеми**

**Анотація.** Цифрова енергетика є однією з ключових складових сучасної світової енергосистеми. Вона використовує новітні цифрові технології для поліпшення енергоефективності та забезпечення більш ефективного та екологічно чистого виробництва та споживання енергії.

У статті досліджено актуальність та ефективність впровадження цифровізації у сучасному світі. Детальніше розглянуто цифровізацію в енергетиці, зокрема в альтернативних джерелах енергії. Було прораховано та проаналізовано ефективність застосування сонячної станції на підприємстві з виготовлення пелет, розраховано вартість використання електроенергії та частину, яку покривають сонячні панелі.

Цифровізація є невіддільною частиною сучасного розвитку суспільства. Вона сприяє економічному зростанню, поліпшенню доступу до інформації, покращенню комунікації, стимулює інновації та підвищує якість життя. Це надає суспільству нові можливості та робить його більш конкурентоспроможним у глобальному контексті. У статті підсумовано результати дослідження впливу цифровізації на світові ринки та шляхи впровадження в економічному середовищі.

**Ключові слова:** цифровізація; енергетика; сонячні панелі; сонячна станція; енергоефективність; економіка.

**Kohut-Ferens O. I.**, PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of International economic relation, Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

**Kolotylo A. D.**, student, Vasyl Stefanyk Precarpathian national university, Ivano-Frankivsk, Ukraine

### **Digital energy as a key component of the modern world energy system**

**Abstract. Introduction.** Digital energy is one of the key components of the modern global energy system. It uses the latest digital technologies to improve energy efficiency and ensure more efficient and environmentally friendly energy production and consumption. Digital technologies can help conserve resources and reduce environmental impact. For example, electronic documentation and paperless management can reduce paper consumption. The use of energy-efficient technologies and remote collaboration can reduce greenhouse gas emissions.

Digitization is a gradual and irreversible process both in the economy and in other areas, in particular in energy. In the 21st century, new technologies: artificial intelligence, the Internet of Things, IT technologies help to optimize significant systems and volumes of work, which allows increasing labor productivity in the absence of human resource costs.

**Purpose.** The purpose of this thesis was to determine the main motives and perspectives of digitalization, which can be use in global energy system. To investigate in detail the process of digitization in the energy sector, to determine the level of effectiveness of the application of digitization in the household economy.

**Results.** The article examines the relevance and effectiveness of the implementation of digitalization in the modern world. Digitization in the energy industry, in particular in alternative energy sources, is considered in more detail. The efficiency of using a solar station at a pellet plant was calculated and analyzed, the cost of electricity use and the part covered by solar panels were calculated.

**Conclusions.** Digitization is an integral part of the modern development of society and main aspects of global economic system. It has the potential to change the economy, politics, culture and people's lives as a whole. The right use of digital technologies can bring many benefits and contribute to the creation of a sustainable, innovative and accessible society. The article summarizes the results of the study of the impact of digitization on world markets and ways of implementation in the economic environment.

**Keywords:** digitization, energy; solar panels; solar station; energy efficiency; economy.

**JEL Classification:** A10; C13; Q 42; M20.

<sup>1</sup>Стаття надійшла до редакції: 24.05.2023

Received: 24 May 2023

**Постановка проблеми.** Цифрова енергетика є однією з ключових складових сучасної світової енергосистеми. Вона використовує новітні цифрові технології для поліпшення енергоефективності та забезпечення більш ефективного та екологічно чистого виробництва та споживання енергії.

Вона дозволяє впроваджувати нові моделі споживання енергії, такі як розподілена генерація енергії та енергетичні спільноти. Це дозволяє споживачам стати активними учасниками енергетичної системи та отримувати більший контроль над своїми витратами на енергію.

Цифровізація в економіці та енергетиці є актуальною темою, оскільки вона впливає на широкий спектр аспектів цих галузей і має потенціал для трансформації бізнес-процесів, підвищення ефективності й створення нових можливостей.

Однією з основних переваг цифровізації є покращення ефективності. Вона дозволяє автоматизувати багато рутинних завдань і процесів, що звільняє людей від рутинної роботи та дозволяє їм зосередитись на більш складних завданнях. У економіці це може призвести до підвищення продуктивності праці та зменшення витрат на оплату праці. В енергетиці цифрові рішення можуть допомогти оптимізувати розподіл енергії, виявляти енергозатратність та забезпечувати енергоефективність.

Іншим важливим аспектом цифровізації є збільшення доступності даних. Завдяки цифровим технологіям і Інтернету речей (IoT) стає можливим збирати, обробляти й аналізувати великі обсяги даних. В економіці це дає можливість розробляти більш точні прогнози, виявляти нові тренди та ринкові можливості. У сфері енергетики дані можуть бути використані для оптимізації виробництва, розподілу та споживання енергії, що призводить до підвищення енергоефективності та зниження затрат.

Варто зазначити, що протягом багатьох років європейські країни були залежні від енергетичного ресурсу російської федерації. Внаслідок збройної агресії та повномасштабного вторгнення, країни Європи, як демократичні та цивілізовані країни, прийняли численні санкції, зокрема такі, що стосуються енергетичної сфери. Відповідно до цього, питання щодо незалежності Європи від росії набуває своєї гостроти. Однак, зважаючи на те, що європейські країни активно впроваджують і пропагують розвиток відновлювальної енергетики, зростає гостра потреба в акумулюванні та оптимізації альтернативної енергії, що допоможе збільшити енергоефективність та можливість використовувати її, як у побутових, так і промислових потребах.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Дослідженням ключових аспектів розвитку цифровізації та енергетичної сфери, зокрема відновлювальних джерел енергії, займаються українські науковці: А.С. Завербний, О.О. Трофименко,

О.М. Ткаченко, В.В. Дятлова, І.В. Петрик, Н.Р. Сокульський та інші.

**Формулювання цілей дослідження.** Метою статті є дослідження темпів розвитку цифровізації в цілому, зокрема і в енергетиці. Визначення шляхів та систем впровадження диджиталізації, а також аналіз енергоефективності альтернативної енергетики завдяки цифровізації.

**Основні результати дослідження.** Цифровізація - це процес перетворення традиційних аспектів життя, бізнесу та суспільства за допомогою цифрових технологій. Вона охоплює впровадження цифрових рішень, даних та інструментів, щоб поліпшити процеси, збільшити ефективність та створити нові можливості.

Цифровізація охоплює широкий спектр сфер, включаючи економіку, бізнес, освіту, медицину, транспорт, енергетику та інші. Вона базується на використанні цифрових технологій, таких як штучний інтелект, Інтернет речей (IoT), аналітика даних, хмарні технології, блокчейн та інші.

Основна мета цифровізації - перетворити традиційні процеси та системи в більш ефективні, швидкі, гнучкі та інтегровані за допомогою цифрових інструментів. Це може означати автоматизацію рутинних завдань, оптимізацію процесів, покращення комунікації та обміну даними, аналіз великих обсягів інформації, впровадження "розумних" систем та багато іншого.

Цифровізація має великий потенціал для розвитку бізнесу, створення нових ринків та зміни способу життя людей. Вона впливає на всі аспекти суспільства, від економічного розвитку та конкурентоспроможності країни до покращення якості послуг, доступу до інформації та забезпечення сталого розвитку.

Цифровізація вже триває в енергетичному секторі, як і в багатьох інших: електромобілі, фотоелектричні установки, теплові насоси та інші нові пристрої оснащені інтелектуальними технологіями, які генерують дані та забезпечують дистанційне керування – все це диджиталізація. Очікується, що кількість активних пристроїв IoT у світі швидко зростає та перевищить 25,4 мільярда у 2030 році. 51% усіх домогосподарств і малих і середніх підприємств в ЄС оснащені розумною електроенергією [1].

Цифрові технології є джерелом інноваційних моделей B2B (бізнес-бізнес) і насамперед B2C (бізнес-клієнт). Крім того, вони дозволяють створювати нові моделі з клієнтом у центрі. Це, наприклад: B2B2C (business-to-business-to-consumer) і D2C (direct-to-consumer). Завдяки цифровим технологіям у цифрових бізнес-моделях клієнт вважається просьюмером, тобто як клієнтом, так і творцем цінності [2].

Цифровізація містить такі аспекти:

- Цифрові технології: використання широкого спектра цифрових інструментів, таких як комп'ютери, смартфони, планшети, датчики, мережі зв'язку та програмне забезпечення. Ці технології дозволяють

збирати, обробляти, аналізувати та передавати дані швидко та ефективно.

- Дані та аналітика: цифровізація забезпечує доступ до великого обсягу даних, які можуть бути використані для аналізу та прийняття рішень. Аналітика даних дозволяє виділити корисну інформацію, виявити закономірності та тренди, що сприяє управлінському прийняттю рішень та прогнозуванню.

- Інтернет речей (IoT): цифровізація приводить до зростання підключених пристроїв, які можуть обмінюватися даними та взаємодіяти між собою. IoT дозволяє створювати "розумні" системи та мережі, які автоматизують процеси та покращують зручність життя.

- Штучний інтелект (AI): використання комп'ютерних систем та алгоритмів, які можуть вчитися, розуміти, приймати рішення та виконувати завдання, які зазвичай вимагають людського інтелекту. Штучний інтелект допомагає автоматизувати процеси, вдосконалювати аналітику та виявляти нові можливості.

Електронна комерція (e-commerce): цифрові технології відкривають нові можливості для електронної торгівлі, яка дозволяє здійснювати купівлю та продаж товарів та послуг через Інтернет.

Щороку фінансування послуг з цифровізації збільшується. Це демонструють статистичні дані, наведені на рисунку 1.

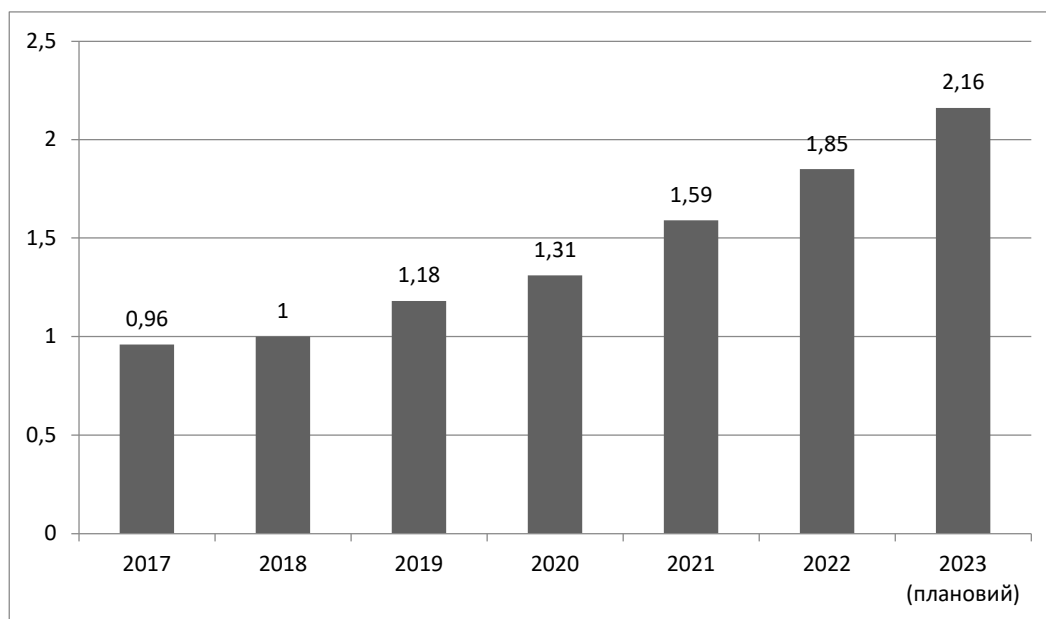


Рисунок 1 – Витрати на технології та послуги цифрової трансформації в усьому світі з 2017 по 2023 рік (прогнозовано) (у трильйонах доларів США)

Джерело: побудовано авторами за даними [3]

Станом на 2022 рік 70% організацій або мають стратегію цифрової трансформації, або зараз працюють над нею. У 2021 році на цифрову трансформацію в усьому світі було витрачено 1,5 трильйона доларів. Очікується, що до 2023 року глобальні витрати на цифрову трансформацію досягнуть 6,8 трлн доларів. Станом на 2021 рік 56% компаній у всьому світі віддають перевагу цифровій трансформації. 87% бізнес-лідерів вважають, що цифрова трансформація зруйнує їхню галузь [3].

Основні переваги впровадження цифрової моделі полягають у тому, що вона підвищує ефективність роботи (40%), дозволяє швидше вивести товар на ринок (36%) і допомагає відповідати очікуванням клієнтів (35%). Очікується, що витрати на ринок цифрової трансформації зростуть на 19,1% протягом наступних п'яти років [4].

Розгортання структури обміну даними за допомогою штучного інтелекту для енергетики може сприяти участі на гуртових ринках понад 580 ГВт гнучких енергетичних ресурсів, які повністю використовуватимуть цифрові рішення до 2050 року. За оцінками, це покриватиме понад 90% загальних потреб у гнучкості електромереж ЄС [2].

Одним з найважливіших аспектів цифрової енергетики є використання інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI) та аналітики даних для управління енергосистемами. Це дозволяє збирати та аналізувати велику кількість даних про виробництво та споживання енергії, що дозволяє зменшити витрати, поліпшити якість енергопостачання та забезпечити більш ефективне використання ресурсів.

У сьогоденні цифровізація має значний вплив на будь-яку зі сфер. Наприклад, зростання використання транспорту, як легкового, так особливо і вантажного,

призводить до збільшення викидів, таким чином цифрові технології допомагають підвищити енергоефективність двигунів, а також зменшити витрати на обслуговування автомобілів. Варто звернути увагу на попит, що зростає на електромобілі, і на те, як розвивається енергомісткість їхніх акумуляторів, що дозволяє використовувати дані автомобілі не лише в місті, але й поза, тобто збільшувати запас ходу. Також, звертаючи увагу на повітряний транспорт, цифровізація допомагає швидкісній передачі та обміну даними, підбору найкращого маршруту, що допомагає зменшити використання палива.

Ще одним сектором, який широко розвивається є будівництво. За оцінками Міжнародного енергетичного агентства, на будівництво припадає майже 55% світового попиту на електроенергію. У країнах, які відносять до когорти країн, що активно розвиваються, цей показник є вищим. Згідно з дослідженнями цей показник буде зростати. Тому цифровізація, включаючи інтелектуальні термостати та інтелектуальне освітлення, може скоротити загальне споживання енергії в житлових і комерційних будівлях між 2017 і 2040 роками на цілих 10% [5].

На промисловість припадає приблизно 38% глобального кінцевого споживання енергії та 24% загальних викидів CO<sub>2</sub>. З очікуваним продовженням розширення промислового виробництва протягом наступних десятиліть, особливо в країнах з економікою, що розвивається, значення цифровізації для підвищення ефективності використання енергії та матеріалів лише зростатиме. У промисловості багато компаній мають довгу історію використання цифрових технологій для підвищення безпеки та збільшення виробництва. Цифрові технології також вплинули на спосіб виробництва продукції. Такі технології, як промислові роботи та 3D-друк, стають стандартною практикою в певних промислових застосуваннях. Ці технології можуть допомогти підвищити точність і зменшити кількість промислового брухту [5].

Якщо розглядати перспективи розвитку енергетичного сектору, а особливо нафти й газу, варто відзначити, що відповідно до енергетичних пакетів, в загальному скоротиться споживання даних енергоресурсів. Однак цифровізація, а саме волоконно-оптичні датчики у видобувній системі можуть бути використані для підвищення видобутку або загального вилучення нафти та газу з пласта.

Іншими прикладами є використання автоматизованих бурових установок і роботів для перевірки та ремонту підводної інфраструктури та моніторингу транспортних трубопроводів і резервуарів. Безпілотники також можна використовувати для перевірки трубопроводів (які часто розташовані на великих територіях) і важкодоступного обладнання, наприклад, факельних труб і віддалених безпілотних морських об'єктів. Цифрові технології використовуються в усьому

ланцюжку постачання вугілля, щоб зменшити витрати на виробництво та обслуговування, а також підвищити безпеку працівників. Приклади включають напівавтоматизовані або повністю автоматизовані системи, роботизований видобуток корисних копалин, віддалений видобуток корисних копалин, автоматизацію операцій, моделювання шахт і моделювання, а також використання інструментів глобальної системи позиціонування (GPS) і системи географічної інформації (GIS) [6].

Цифровізація відіграє важливу роль у розвитку та оптимізації відновлювальних джерел енергії. Ось деякі аспекти, які підтверджують актуальність цифровізації у цій сфері:

Цифрові технології дозволяють збирати дані про ефективність та продуктивність відновлювальних джерел енергії, таких як сонячні панелі та вітрові турбіни. Це дозволяє операторам систем енергопостачання моніторити та керувати роботою цих джерел, щоб забезпечити оптимальну продуктивність та надійність.

Аналітика даних та штучний інтелект можуть бути використані для прогнозування виробництва енергії з відновлювальних джерел, таких як сонячна та вітрова енергія. Це дозволяє планувати режим роботи електричних мереж та ефективно розподіляти енергію.

Цифрові технології сприяють інтеграції відновлювальної енергії з традиційними електричними мережами. Вони дозволяють розв'язувати проблеми, пов'язані з непередбачуваністю та нерівномірністю виробництва енергії з відновлювальних джерел та забезпечувати стабільне та надійне енергопостачання.

Цифрові технології дозволяють вдосконалити енергоефективність відновлювальних систем. Наприклад, використання "розумних" сенсорів та систем управління може допомогти знизити споживання енергії та оптимізувати виробництво.

Дані технології дозволяють віддалено моніторити та обслуговувати відновлювальні джерела енергії. Це забезпечує більш ефективне управління, зниження витрат на обслуговування та скорочення часу простою обладнання.

Загалом, цифровізація у відновлювальних джерелах енергії сприяє покращенню ефективності, надійності та інтеграції з електричними мережами, що сприяє сталому розвитку та зменшенню залежності від традиційних джерел енергії.

Необхідно відзначити той факт, що завдяки цифровізації потужність сонячних панелей зростає та збільшується енергоефективність, а натомість зменшується оплата за електроенергію.

Для того, щоб переконатись в альтернативності звичайної електроенергії, варто зробити дослідження вартості забезпечення електроенергією заводу по виробництву пелет через звичайне використання електроенергії та використання сонячних панелей.

Об'єктом дослідження є завод по виробництву пелет на основі відходів сільського господарства з продуктивністю 350 кг пелет у годину.

Таблиця 1 демонструє компонент пелетної лінії та загальну потужність, яку споживає кожен із компонентів протягом одного циклу, тобто протягом години.

Таблиця 1 Споживання електроенергії кожного компонента у кВт

Компоненти	Молоткова дробарка	Циклон для молоткової дробарки	Гранулятор	Пульт керування	Шнек точного завантаження	Подача води	Опора системи зволоження та видалення пилу	Просіювач-охолоджувач барабанний	Система видалення пилу	Транспортер	Короб обдування	Сушарка аеродинамічна	Модуль охолодження та дозування гранул	Усього
Квт/год	15	0	22	0	0,75	0,4	0	0,12	1,5	0,37	0,2	4,75	2,2	47,3

Джерело: складено авторами за даними [7]

Отже, підсумкове споживання становить 47,3 кВт год. Якщо лінія буде безперервно працювати 8 годин на день, відповідно 21 робочий день, то в загальному це становитиме 168 робочих годин на місяць. Таким чином це складатиме 7 946 кВт на місяць споживання електроенергії тільки лінії створення пелет. Оскільки вартість для юридичних осіб, яка включає вартість електроенергії, ПДВ, тариф на розподіл, передавання, диспетчеризацію і постачання, становить 6 грн за кВт-

год. Тобто вартість забезпечення електроенергією лінії виготовлення пелет буде становити 47 678,4 грн за місяць.

Припустимо, що у досліджуваному підприємстві є сонячні панелі, а саме сонячна станція потужністю 65 кВт, що може задовольнити потреби пелетної лінії. Враховуючи потужність та площу даху 1084 м<sup>2</sup>, можемо визначити помісячне виробництво станції, яке зображене у таблиці 2.

Таблиця 2 Споживання підприємством електроенергії та вироблення електроенергії сонячною станцією

	Споживання у кВт	Генерація у кВт	Різниця
Січень	7 946	1592	6 354
Лютий	7 946	2572	5 374
Березень	7 946	5953	1 993
Квітень	7 946	8401	-455
Травень	7 946	10596	-2 650
Червень	7 946	10705	-2 759
Липень	7 946	10735	-2 789
Серпень	7 946	9433	-1 487
Вересень	7 946	6228	1 718
Жовтень	7 946	3896	4 050
Листопад	7 946	1812	6 134
Грудень	7 946	1286	6 660

Джерело: розробка автора

Зважаючи на дані показники, вартість електроенергії за січень становитиме 38 124 грн на противагу 47 678,4 грн, за лютий – 32 244 грн, за березень всього 11 958 грн. Наступні місяці завдяки збільшенню кількості сонячної енергії, компанія може задовольняти свої додаткові потреби або продавати енергію сусіднім компаніям.

Для великомасштабних програм зберігання енергії добре підходить нова технологія накопичення енергії завдяки хорошій безпеці, економічній ефективності та екологічності. Перший у Китаї проєкт накопичення енергії на основі залізохромової батареї потужністю мегават, розташований в автономному районі Внутрішня Монголія Північного Китаю. Використовуючи хімічні властивості іонів заліза та хрому в електроліті, він може зберігати 6000 кіловат-годин електроенергії протягом шести годин.

Залізохромова проточна батарея, нова технологія зберігання енергії з високою продуктивністю та низькою вартістю, може заряджатися від відновлюваних джерел енергії, таких як енергія вітру та сонця, і розряджатися в години пік.

За даними NEA, минулого року загальна встановлена потужність нових типів проєкт накопичення енергії досягла 8,7 мільйона кіловат із середнім періодом зберігання електроенергії 2,1 години, що на 110 відсотків більше, ніж на кінець 2021 року. Серед них накопичення енергії в літій-іонних батареях займає 94,5 відсотка, потім йдуть накопичувачі енергії на стисненому повітрі – 2 відсотки та накопичувачі енергії в проточних акумуляторах – 1,6 відсотка [8].

З іншого боку, компанії у США відмовляються від використання літій-іонних батарей, зважаючи на проблеми з їх безпекою, зменшення доступності та зростання вартості. Натомість цинкові батареї є хорошою альтернативою зберігання та готові задовольнити вимоги електронної мобільності, враховуючи велику кількість цинку, безпечно та стабільне постачання, негорючість, і конкурентні переваги [9].

**Висновки.** Світовий ринок зберігання енергії продовжує зростати, значною мірою у зв'язку зі збільшенням розгортання об'єктів відновлюваної енергетики. Акумуляторні системи накопичення енергії, які зберігають енергію від сонячних батарей, вітрових електростанцій тощо, використовуються, щоб допомогти збалансувати енергосистему та забезпечити більшу надійність і стійкість разом з іншими допоміжними послугами. Акумулятори теплової енергії або накопичувачі тепла є новою

тенденцією у зберіганні енергії, отриманої з відновлюваних джерел, таких як фотоелектричні ферми чи вітрові турбіни.

Інтеграція ВДЕ в електричну мережу потребує оптимізації роботи системи у зв'язку з нестабільною сонячною та вітровою активністю. Використання різних типів енергоносіїв для задоволення попиту споживача в енергії підвищуватиме ефективність використання ресурсів.

Цифрові технології дозволяють автоматизувати багато процесів, що призводить до підвищення продуктивності та ефективності. Вони дозволяють швидше обробляти та передавати інформацію, зменшуючи час та зусилля, необхідні для виконання завдань.

Цифрові технології стимулюють інновації у різних сферах. Вони надають нові можливості для створення та впровадження нових продуктів, послуг та бізнес-моделей. Цифрові інструменти, такі як штучний інтелект, блокчейн і Інтернет речей, відкривають нові перспективи для розвитку суспільства. Вони дозволяють здійснювати операції в режимі реального часу, отримувати доступ до знань та ресурсів з будь-якого місця і в будь-який час. Цифрова революція може зменшити цифровий розрив і допомогти забезпечити рівні умови для всіх.

Цифрові технології можуть сприяти збереженню ресурсів і зменшенню впливу на довкілля. Наприклад, електронна документація та безпаперове управління можуть зменшити споживання паперу. Використання енергоефективних технологій та віддаленого співробітництва може знизити викиди парникових газів.

Вони можуть покращити якість життя людей у багатьох аспектах. Вони можуть сприяти полегшенню доступу до освіти, охорони здоров'я, фінансових послуг та інших сфер. Крім того, вони можуть забезпечити зручність і комфорт у повсякденному житті, наприклад, через інтелектуальні пристрої та системи "розумних будинків".

Цифровізація є невіддільною частиною сучасного розвитку суспільства. Вона має потенціал змінити економіку, політику, культуру та життя людей в цілому. Цифровізація сприяє підвищенню ефективності, стимулює інновації, полегшує комунікацію та покращує доступ до інформації. Процес цифровізації впливає на різні сфери життя та має значний вплив на розвиток суспільства, що надає йому нові можливості та робить його більш конкурентоспроможним у глобальному контексті.

#### Література:

1. Communication from the commission to the European parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. *European Commission*. 2022. DOI: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX %3A52022DC055 2&qid=1666369684560](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0552&qid=1666369684560).

2. Renewable Technology Innovation Indicators: mapping progress in costs, patents and standards. *International Renewable Energy Agency*. 2022. DOI: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Mar/IRENA\\_Tech\\_Innovation\\_Indicators\\_2022\\_.pdf?rev=1b67d9df9f924d549fe6e8ee0bcb6fd2](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Mar/IRENA_Tech_Innovation_Indicators_2022_.pdf?rev=1b67d9df9f924d549fe6e8ee0bcb6fd2).
3. Spending on digital transformation technologies and services worldwide from 2017 to 2026, *Statista*. 2022 DOI: <https://www.statista.com/statistics/870924/worldwide-digital-transformation-market-size/>.
4. Sky A., 37 incredible digital transformation statistics [2023]: need-to-know facts on the future of business, *Zippia*. 2022. DOI: <https://www.zippia.com/advice/digital-transformation-statistics/>.
5. Energy efficiency and digitalization. *International Energy Agency*. 2019. DOI: <https://www.iea.org/articles/energy-efficiency-and-digitalisation>.
6. Веремійчук Ю.А., Опришко В.П., Притискач І.В., Ярмолюк О.С. Оптимізація функціонування інтегрованих систем енергозабезпечення споживачів : монографія. Київ : видавничий дім «КІЙ», 2020. 186 с. Доступно за: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/36475/1/Monohrafia.pdf>.
7. Офіційний сайт компанії «Сонячна енергія». Доступно за: <https://sun-energy.com.ua/>.
8. Newenergy-storing techatfore frontofnation's transition, *China Daily*, 2023. DOI: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202304/13/WS64373b1fa31057c47ebb9cbe.html>. Accessed 11 May 2023
9. Darrell Proctor, *New Technologies, New Sites Supporting Growth of Energy Storage*, 2023. DOI: <https://www.powermag.com/new-technologies-new-sites-supporting-growth-of-energy-storage/>.

### References:

1. Communication from the commission to the European parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions (2022). *European Commission*, (2022). DOI: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0552&qid=1666369684560> [in English].
2. Renewable Technology Innovation Indicators: mapping progress in costs, patents and standards (2022). *International Renewable Energy Agency*, (2022). DOI: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Mar/IRENA\\_Tech\\_Innovation\\_Indicators\\_2022\\_.pdf?rev=1b67d9df9f924d549fe6e8ee0bcb6fd2](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Mar/IRENA_Tech_Innovation_Indicators_2022_.pdf?rev=1b67d9df9f924d549fe6e8ee0bcb6fd2) [in English].
3. Spending on digital transformation technologies and services worldwide from 2017 to 2026, *Statista*, (2022). DOI: <https://www.statista.com/statistics/870924/worldwide-digital-transformation-market-size/> [in English].
4. Sky, A. (2022) 37 incredible digital transformation statistics [2023]: need-to-know facts on the future of business, *Zippia*, (2022). DOI: <https://www.zippia.com/advice/digital-transformation-statistics/> [in English].
5. Energy efficiency and digitalization. *International Energy Agency*, (2019). DOI: <https://www.iea.org/articles/energy-efficiency-and-digitalisation> [in English].
6. Veremijchuk, Yu., Opryshko, I., Prytyskach, I., Yarmoliuk, O. (2020). Optymizatsiia funktsionuvannia intehrovanykh system enerhozabezpechennia spozhyvachiv, *Kyiv, vydavnychyj dim «KYJ»*, (2020). DOI: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/36475/1/Monohrafia.pdf> [in Ukrainian].
7. Ofitsijnyj sayt kompanii «Soniachna enerhiia». DOI: <https://sun-energy.com.ua/> [in Ukrainian].
8. Newenergy-storing techatfore frontofnation's transition (2023), *China Daily*, (2023). DOI: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202304/13/WS64373b1fa31057c47ebb9cbe.html>. Accessed 11 May 2023 [in English].
9. Proctor, D., (2023) *New Technologies, New Sites Supporting Growth of Energy Storage*, (2023). DOI: <https://www.powermag.com/new-technologies-new-sites-supporting-growth-of-energy-storage/> [in English].

