

# ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕПОХУ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ

©2024 СЕМЕНЧЕНКО Н. В., ЮХИМОВИЧ А. М., СТОРОЖЕНКО П. О.

УДК 330.3  
JEL: L86; O33

## Семенченко Н. В., Юхимович А. М., Стороженко П. О. Використання комп'ютерних технологій в епоху цифрової економіки

Стаття присвячена оцінці використання комп'ютерних технологій в економіці. Описано вплив цифрових технологій на розвиток вітчизняних компаній, оцінено зміни в економічних показниках, зважаючи на впровадження рішень цифрової економіки. У статті розглянуто використання комп'ютерних технологій в аграрному секторі, медичній галузі та сфері державного регулювання. Наведено реальні приклади введення автоматизації та роботизації на великих виробництвах та їх позитивний вплив на економічний стан компанії, за дотримання екологічних норм та стандартів Індустрії 5.0. При розгляді аграрної промисловості було виокремлено прогресивні стратегії використання штучного інтелекту, технологій Big Data, віддаленого управління процесами, що збільшили конкурентоспроможність і сприяли переходу компаній з локального ринку на міжнародний. У ході евристичного дослідження медичної сфери виявлено, що роботизація вплинула на поліпшення економічних показників, що було спричинене збільшенням ефективності та якості виробництва ліків з міжнародним стандартом GMP. З'ясовано, що комп'ютеризація систем управління документообігом і тайм-менеджментом сприяло поліпшенню рівня довіри до державних медичних послуг, які надаються лікарями. Аналіз статистичних даних довів, що кількість підприємств, які використовують цифрові технології в управлінні та продажі товарів, збільшується, тому впровадження автоматизації та роботизації необхідно для поліпшення показників ефективності роботи підприємств. Аналіз обсягу цифрової торгівлі у грошовому еквіваленті показав значний приріст за досліджуваний період часу завдяки впровадженню комп'ютерних технологій. У статті зазначено, що цифровізація й автоматизація позитивно впливають на економічну діяльність компаній не лише на мікрорівні, оскільки стратегії цифровізації компаній можуть бути перенесені на макрорівень та застосовуватися в усіх сферах життя. Перспективи подальших досліджень передбачають аналіз економічного впливу цифровізації, пошук оптимальних рішень для автоматизації процесів за здешевлення технологій.

**Ключові слова:** цифровізація, технології, ефективність, економіка, автоматизація.

**Рис.: 2. Бібл.: 9.**

**Семенченко Наталія Віталіївна** – доктор економічних наук, професор, професор кафедри економічної кібернетики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Берестейський, 37, Київ, 03056, Україна)

**E-mail:** [semenchenko2401@gmail.com](mailto:semenchenko2401@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7519-6560>

**Юхимович Артем Миколайович** – студент, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Берестейський, 37, Київ, 03056, Україна)

**E-mail:** [yukhymovych.a@gmail.com](mailto:yukhymovych.a@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0001-0748-8171>

**Стороженко Павло Олегович** – студент, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (просп. Берестейський, 37, Київ, 03056, Україна)

**E-mail:** [storozenkopasha@gmail.com](mailto:storozenkopasha@gmail.com)

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0008-6118-2342>

UDC 330.3  
JEL: L86; O33

## Semenchenko N. V., Yukhymovych A. M., Storozhenko P. O. The Use of Computer Technologies in the Era of the Digital Economy

The article is devoted to the assessment of the use of computer technologies in the economy. The impact of digital technologies on the development of domestic companies is described, changes in economic indicators are evaluated, taking into account the implementation of digital economy solutions. The article discusses the use of computer technologies in the agricultural sector, the medical industry and the sphere of State regulation. Real examples of the introduction of automation and robotization at large production enterprises and their positive impact on the economic condition of the company, in compliance with environmental norms and standards of Industry 5.0 are presented. When considering the agrarian industry, progressive strategies for the use of artificial intelligence, Big Data technologies, remote process control are allocated, which increased competitiveness and contributed to the transition of companies from the local market to the international one. In the course of a heuristic study of the medical field, it was found that robotization affected the improvement of economic indicators, which was caused by an increase in the efficiency and quality of production of medicines with the international GMP standard. It is found that the computerization of document management and time management systems contributed to improving the level of trust in public medical services provided by doctors. The analysis of statistical data has shown that the number of enterprises using digital technologies in the management and sale of goods is increasing, so the introduction of automation and robotization is necessary to improve the performance of enterprises. Analysis of the volume of digital trade in monetary terms showed a significant increase over the studied period of time due to the introduction of computer technologies. The article states that digitalization and automation have a positive impact on the economic activity of companies not only at the micro level, since the digitalization strategies of companies can be transferred to the macro level and applied in all spheres of life. Prospects for further research include an analysis of the economic impact of digitalization, the search for optimal solutions for automating processes while reducing the cost of technology.

**Keywords:** digitalization, technology, efficiency, economy, automation.

**Fig.: 2. Bibl.: 9.**

**Semenchenko Nataliia V.** – D. Sc. (Economics), Professor, Professor of the Department of Economic Cybernetics, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» (37 Beresteiskiy Ave., Kyiv, 03056, Ukraine)

E-mail: [semenchenko2401@gmail.com](mailto:semenchenko2401@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7519-6560>

**Yukhymovych Artem M.** – Student, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» (37 Beresteiskiy Ave., Kyiv, 03056, Ukraine)

E-mail: [yukhymovych.a@gmail.com](mailto:yukhymovych.a@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0748-8171>

**Storozhenko Pavlo O.** – Student, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» (37 Beresteiskiy Ave., Kyiv, 03056, Ukraine)

E-mail: [storozenkopasha@gmail.com](mailto:storozenkopasha@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6118-2342>

Епоха цифрової економіки характеризується стрімким розвитком комп'ютерних технологій, що пронизують різні сфери життя. Швидка зміна подій призвела до того, що велика кількість працівників та компаній не були готові адаптуватися під сучасний спосіб життя, де потрібно бути гнучким і проактивним. Натепер багато сфер діяльності підхоплюють тренд цифровізації економіки. Даному факту сприяють урядові програми у сфері цифрової економіки та управління даними. Цифровізовані системи на даний момент впроваджуються в медичних і державних установах, на сільськогосподарських підприємствах тощо. Варто зазначити, що за незначний відрізок часу відслідковується позитивний ефект від впровадження технологій, який виражається у швидкому зростанні прибутку, спрощенні управлінських процесів, розширенні кількості робочих місць і розвитку сучасних видів підприємств.

Актуальність аналізу впливу використання комп'ютерних технологій не залишає сумнівів, адже більшість сучасних досліджень сфер діяльності прямо або опосередковано пов'язані з впровадженням цифровізованих і роботизованих систем.

Розглядаючи впровадження комп'ютерних технологій та їх вплив на різні сфери економіки нашої країни, варто зазначити, що автоматизація та роботизація промисловості набирає великих обертів. Автоматизовані та роботизовані системи замінюють людську працю на небезпечних, монотонних або трудомістких операціях, підвищуючи продуктивність, точність і безпеку виробництва. Датчики, вбудовані в обладнання та машини, збирають дані в режимі реального часу, дозволяючи моніторити стан обладнання, передбачати поломки й оптимізувати виробничі процеси. Технологія 3D-друку дає можливість створювати складні деталі та прототипи без традиційних методів виготовлення, економлячи час і матеріали. Алгоритми машинного навчання аналізують дані, прогнозують попит, оптимізують логістику, розробляють нові продукти та матеріали, роблячи виробництво більш динамічним і гнучким.

Упровадження комп'ютерних технологій в українській промисловості є нерівномірним. Деякі великі підприємства вже використовують автоматизовані системи, IoT, ШІ та інші інновації, натомість малі та середні підприємства часто стикаються з фінансовими та технічними обмеженнями. Наприклад, група компаній «DIM» працює на ринку нерухомості України вже більше десяти років. За цей невеликий проміжок часу вони реалізували проект з побудови декількох житлових комплексів. Дана компанія проявила себе як проактивна та сучасна, що вкладає гроші в технологізацію, при цьому підвищуючи конкурентоспроможність у сфері будівництва. За допомогою новітніх технологій компанія завоювала велику частку ринку серед будівельних компаній.

Наступним прикладом є українська промислова компанія «Інтерпайп», яка виготовляє продукцію із заліза, слідуючи концепції розвитку Індустрії 5.0 про екологізацію виробництва, інвестувала \$1 млрд у побудову електросталеплавильного комплексу «Інтерпайп Сталь», знизивши викиди вуглекислого газу на власному виробництві в 10 разів, а споживання природного газу – у 8 разів відповідно, ставши при цьому взірцем «зеленої» металургії не лише вітчизняної, але й світової промисловості [1]. Даний завод також слідує стратегії Green Deal до 2050 р., зазначаючи, що електрометалургія переважає в екологічності інші сталеплавильні технології, генеруючи в 10 разів менше викидів [1].

За даними Української асоціації підприємств легкої промисловості України, використання штучного інтелекту (ШІ) в українській промисловості має вирішальне значення для конкурентної текстильної промисловості, але зараз знаходиться на ранній стадії, тобто дана сфера ще не розпочала активно впроваджувати технології [2].

Існує перспективний проект з розробки ШІ-рішень для прогнозування попиту та розробки нових продуктів «Генеративна змагальна мережа GANs», де завдяки комп'ютеру імітується людська уява. Дана система на основі аналізу трендів, наприклад популярних зображень у соціальних мережах, створює нові дизайни одягу [3].

3D-друк також стає все більш популярним, застосовуючись для створення прототипів, деталей для авіакосмічної та медичної промисловості, а також для виготовлення індивідуальних протезів та ортопедичних виробів.

Так, упровадження комп'ютерних технологій може призвести до втрати робочих місць, але водночас створить нові, що потребують гнучких професійних навичок і знань у сфері автоматизації. Використання комп'ютерних технологій неможливе без кібербезпеки, оскільки це критично важлива ланка захисту для всіх підприємств та установ, адже цифрова економіка повинна бути максимально захищеною від шахрайства, а кібератаки можуть призвести до серйозних збитків та зупинки виробництва. Сфера освіти також потребує оновлення стратегій, які включатимуть віртуалізацію та автоматизацію процесів навчання. Необхідно інвестувати в освіту та перепідготовку кадрів, щоб українські промислові підприємства могли використовувати комп'ютерні технології ефективно. Уряд України повинен стимулювати впровадження комп'ютерних технологій у промисловості, надавати фінансову та технічну підтримку малим і середнім підприємствам, інвестувати в дослідження та розробки, а також розвивати систему освіти та перепідготовки кадрів.

*Метою статті є аналіз впливу використання комп'ютерних технологій на етапі переходу до цифрової економіки на підприємствах за різними видами економічної діяльності, відслідковуючи ефективність прийнятих технологічних рішень.*

**Р**озглянемо роль комп'ютерних технологій у найбільш розвинених сферах економіки України – для кращого унаочнення. Якщо говорити про агросектор, варто зазначити, що Україна має сприятливий клімат і родючі ґрунти, тому впровадження нових технологій сприятиме підвищенню ефективності сільськогосподарського ринку. Комп'ютерні технології стають рушійною силою трансформації, відкриваючи нові можливості для вирощування та обробки сільськогосподарської продукції. Впровадження комп'ютерних технологій у сільське господарство в епоху цифрової економіки має значний вплив на економіку цього сектора, оскільки точне землеробство, робототехніка, штучний інтелект та інші комп'ютерні технології дозволяють оптимізувати використання таких ресурсів, як вода, добрива, пестициди, а також зменшити втрати врожаю. Наприклад, вітчизняна компанія Kernel, що є найбільшим виробником та експортером соняшникової олії, автоматизувала та перевела на цифрові рейки логістичні ланцюги, управління торгівлею, документообіг у повному

обсязі, тим самим пришвидшивши процес прийняття рішень.

Використання комп'ютерних та ШІ технологій в агросекторі дозволяє краще прогнозувати погодні умови, ризики розповсюдження шкідників на території посіву, що дає можливість фермерам вживати превентивних заходів та мінімізувати втрати. За допомогою технологій відкривається можливість для збору й аналізу великих обсягів даних про стан ґрунту, клімат, посіви, худобу, ринки та інші фактори [4]. Наприклад, за допомогою супутникових знімків, керованих квадрокоптерів, а також різних комп'ютерних програм, з якими працюють агрономи, є можливість безперерйного моніторингу посівних площ, а також 100% території полів покриті метеомоніторингом і RTK-сигналами, похибка у вимірах яких сягає не більше 2 см, тобто за допомогою технології Big Data дані щодо погоди та інших факторів обробляються й аналізуються в режимі реального часу. Kernel створив власний алгоритм прогнозування врожайності на основі даних супутникового моніторингу. Оновлення системи управління бізнес-процесами за допомогою впровадження ERP-системи Microsoft Dynamics NAV 2018 стало важливим кроком до цифрової трансформації компанії, підвищуючи ефективність виробничих та управлінських процесів, функції контролінгу та автоматизації фінансових операцій [4]. Окрім цього, у компанії є система управління ефективністю працівниками та власний корпоративний університет Open Agro University, що забезпечує безперервне навчання впродовж роботи, а також фінансову мотивацію щодо кількості здійснених завдань, що за зміни структури зайнятості в сільському господарстві, коли зменшується частка ручної праці, є дуже позитивною тенденцією до зростання кількості кваліфікованих фахівців у сфері автоматизації та цифровізації.

**В** епоху цифрових технологій, окрім збільшення продуктивності підприємств і сільських господарств, Україна також акцентувала увагу на здоров'я населення, адже здоровий і вмотивований персонал збільшує ефективність підприємств, тому автоматизація за допомогою комп'ютерних технологій у медичному секторі має пряий вплив на економічне благополуччя країни загалом. Наприклад, фармацевтична компанія «Дарниця», інвестуючи в технічну модернізацію виробництва та цифрову трансформацію, сертифікувала лікарські засоби відповідно до міжнародних стандартів, і станом на сьогоднішній день, за відкрити даними, компанія має річну продуктивність 670 млн упаковок з різним дозуванням [1]. За даними видання «The Pharma 1000», 2020 р.



вартість компанії становила 360 млн дол. США, що робить її одним із лідерів фармацевтичної галузі, яка, своєю чергою, першою серед українських фармацевтичних компаній впровадила ERP-системи SAP S/4HANA на підприємстві для автоматизації та оптимізації бізнес-процесів [5]. Дана система допомагає аналізувати потреби та закупівлі до виробництва, здійснювати контроль якості, вибудувати найкращі логістичні шляхи для поставок. За інформацією управління компанії, усі виробничі й управлінські процеси компанії відповідають світовим стандартам фармацевтичної галузі, а також у період воєнного стану було запущено віртуальне соціальне навчання не лише для співпрацівників, але й для лікарів та пацієнтів, що хочуть дізнатися більше про посттравматичний синдром і шляхи поліпшення психологічного стану людини [6].

Продовжуючи аналізувати сферу медицини, варто згадати і про цифровізацію електронних медичних записів, телемедицину та інші комп'ютерні технології, які допомагають зменшити витрати на охорону здоров'я шляхом зниження адміністративних витрат, поліпшення координації догляду, зменшення кількості помилок і поліпшення профілактики захворювань, що приводить до оптимізації процесів, збереження часу, економії державних коштів, роботодавців та самих пацієнтів. Наприклад, автоматизована система Helsei, запропонована урядом як вид автоматизації реєстрів, дає можливість швидко знайти потрібного лікаря в мережі «Інтернет», записатися до нього на прийом в електронному кабінеті, прийти в клініку та без черги отримати консультацію. Окрім цього, дана система надає доступ до персональної електронної медичної карти, що дозволило цифровізувати документообіг, і на сьогоднішній момент можна подивитися діагнози пацієнта, видані направлення та рецепти тощо. У 2020 р. компанія уклала договір з НСЗУ, завдяки чому лікарі почали отримувати кошти за надані медичні послуги, що обумовило зменшення рівня корупції в медичній сфері [7].

Комп'ютерні технології допомагають поліпшити якість медичної допомоги шляхом поліпшення діагностики та прогнозування захворювань, персоналізації лікування, підвищення точності хірургічних операцій за допомогою роботизованих систем і зменшення ризику отримання інфекцій.

Цифрова епоха значно впливає і на державний сектор, стимулюючи його модернізацію та підвищення ефективності. Комп'ютерні технології стають рушійною силою трансформації, відкриваючи нові можливості для надання державних послуг, управління та взаємодії з громадянами. Зокрема, мобільний застосунок «Дія» дає змогу зберігати

документи у смартфоні, а також надавати доступ до їх копій при отриманні різноманітних послуг, тоді як послуга «Дія.Підпис» дозволяє підписувати електронним цифровим підписом будь-які документи зі смартфона, за допомогою цього підпису можна авторизуватися на деяких державних порталах і отримати до них доступ в режимі онлайн [8]. На сьогоднішній день функції урядового проекту «Дія» поширилися і на отримання довідок, подачі заявки на оформлення шлюбу та реєстрації новонароджених дітей. Найновіша функція «Дії» – це цифрові документи про освіту та учнівський квиток у смартфоні, що відкриває безліч можливостей, оскільки тепер не потрібно брати із собою всі паперові документи, варто лише взяти телефон.

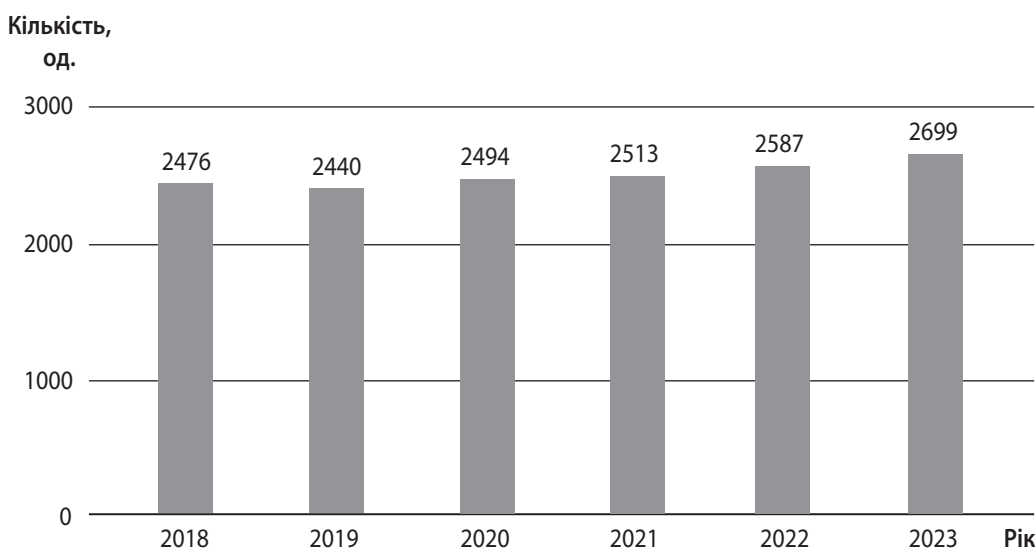
Підсумовуючи, в Україні вживаються заходи для впровадження комп'ютерних технологій в державному секторі. Завдяки електронному документообігу та електронній торгівлі українські підприємства можуть збільшити свою ефективність роботи. Зручність і швидкість надання офлайн послуг не може порівнятися з її онлайн-аналогом.

Проте кількість підприємств, які користуються електронною торгівлею, зростає не так швидко, що можна побачити на *рис. 1* [9]. Це може бути спричинене відсутністю кваліфікованих кадрів на підприємстві та обладнання для проведення цифровізації.

На *рис. 2* можна побачити, що обсяг реалізованої продукції, отриманий від електронної торгівлі, стрімко зростає з кожним роком. Невелика зміна в кількості компаній, які застосовують електронну торгівлю, але при цьому стрімке зростання обсягу торгівлі означає, що компанії, які цим користуються, швидко зростають, а отже, з часом більшість підприємств мають перейти на електронну торгівлю.

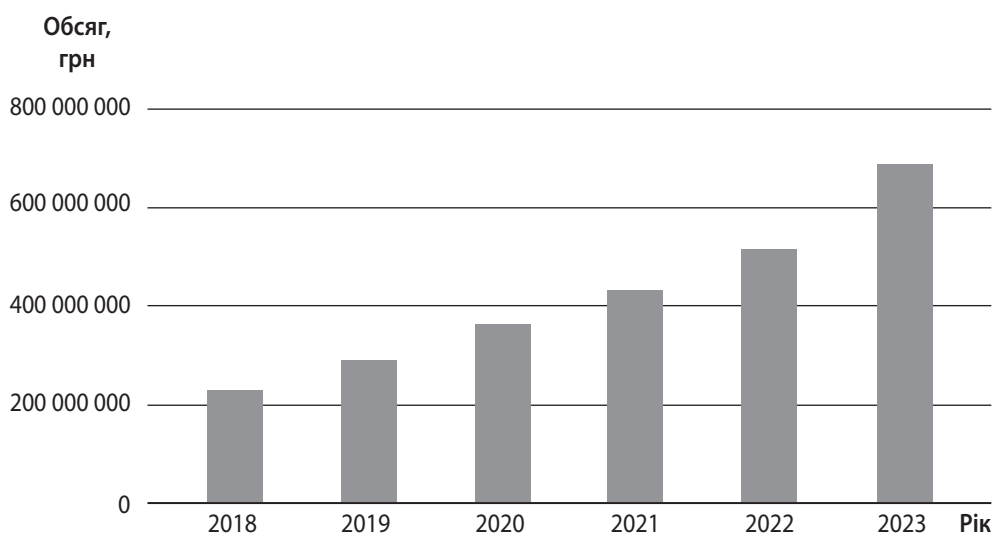
## ВИСНОВКИ

Отже, зважаючи на проведений аналіз інформації вітчизняних компаній та установ, варто зазначити, що комп'ютерні технології в епоху цифрової економіки є значущою складовою сучасного світу, оскільки вони дають змогу суспільству адаптуватися та прогнозувати майбутні зміни. Цифровізація автоматизує процеси, спрощуючи роботу працівникам за допомогою комп'ютерних технологій, замінюючи людей на важких і небезпечних роботах, тоді як колишні працівники можуть стати помічниками в розробці новітніх рішень і технологій, цифровізувати виробничі процеси та налагодити роботизовані системи. З економічної точки зору комп'ютерні технології дозволяють створювати нові робочі місця та професії. Завдяки збільшенню точності та зменшенню браку на виробництвах



**Рис. 1. Кількість підприємств, які здійснювали електронну торгівлю**

Джерело: сформовано на основі [9].



**Рис. 2. Обсяг реалізованої продукції підприємств, отриманий від електронної торгівлі**

Джерело: сформовано на основі [9].

зберігаються кошти, які можуть інвестуватись в оновлення технологій. За рахунок прозорості у фінансових операціях завдяки цифровій оплаті зменшується корупційна складова, що має позитивний вплив на загальний розвиток економіки держави.

Безперечно, комп'ютерні технології мають певні недоліки та несуть виклики, такі як забезпечення кібербезпеки операцій, цифрова освіченість людей, однак, загалом, комп'ютерні технології є потужним інструментом, який допомагає адаптуватися до вимог суспільства, а розумне використання технологій у рамках цифрової економіки може привести до більш стійкого, безпечного та інноваційного майбутнього. ■

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Самборська Д. Топ-50 кращих компаній 2021 року. *dsnews.ua*. 06.12.2021. URL: [https://www.dsnews.ua/ukr/vlast\\_deneg/top-50-krashchih-kompaniy-2021-roku-06122021-444545](https://www.dsnews.ua/ukr/vlast_deneg/top-50-krashchih-kompaniy-2021-roku-06122021-444545)
2. Про використання можливостей ШІ в дизайні та виробництві TCLF. Укрлегпром. 20.03.2024. URL: <https://ukrlegprom.org/ua/news/pro-vykorystannya-mozhlyvostej-shi-v-dyzajni-ta-vyrobnyctvictclf/>
3. Wang K. et al. Generative adversarial networks: introduction and outlook. *EEE/CAA Journal of Automatica Sinica*. 2017. Vol. 4. No. 4. P. 588–598. DOI: <https://doi.org/10.1109/jas.2017.7510583>

4. Open Agro University Kernel Career. *Kernel Career*. URL: <https://career.kernel.ua/students-are-our-future/open-agro-university/>
5. Top 1000 global pharmaceutical companies. *PharmaCompass.com*. URL: <https://www.pharmacompass.com/data-compilation/top-1000-global-pharmaceutical-companies>
6. Офіційний сайт фармацевтичної компанії «Дарниця». URL: <https://darnytsia.ua/>
7. Великий гід по Helsi: як зареєструватись і чим може допомогти. Дія.Безбар'єрність. URL: <https://bf.diiia.gov.ua/articles/velikij-gid-po-helsi-yak-zareyestruvatis-i-chim-mozhe-dopomogti>
8. Державні послуги онлайн. Дія. URL: <https://diiia.gov.ua/>
9. Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах. *Державна служба статистики України*. URL: [https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zv/ikt/arh\\_ikt\\_u.html](https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zv/ikt/arh_ikt_u.html)

#### REFERENCES

- "Derzhavni posluhy online" [Government Services Online]. *Diiia*. <https://diiia.gov.ua/>
- "Open Agro University Kernel Career". *Kernel Career*. <https://career.kernel.ua/students-are-our-future/open-agro-university/>
- Ofitsiynyi sait farmatsevytchnoi kompanii «Darnytsia». <https://darnytsia.ua/>

- "Pro vykorystannia mozhlyvostei ShI v dyzaini ta vyrobnytstvi TCLF" [About the Use of AI Capabilities in the Design and Production of TCLF]. *Ukrlehprom*. March 20, 2024. <https://ukrlegprom.org/ua/news/pro-vykorystannya-mozhlyvostej-shi-v-dyzajni-ta-vyrobnyctvi-tclf/>
- Samborska, D. "Top-50 krashchych kompanii 2021 roku" [Top 50 Best Companies of 2021]. *dsnews.ua*. December 06, 2021. [https://www.dsnews.ua/ukr/vlast\\_deneg/top-50-krashchih-kompaniy-2021-roku-06122021-444545](https://www.dsnews.ua/ukr/vlast_deneg/top-50-krashchih-kompaniy-2021-roku-06122021-444545)
- "Top 1000 global pharmaceutical companies". *PharmaCompass.com*. <https://www.pharmacompass.com/data-compilation/top-1000-global-pharmaceutical-companies>
- "Velykyi hid po Helsi: yak zareiestruvatys i chym mozhe dopomohty" [The Big Guide to Helsi: How to Register and How It Can Help]. *Diiia.Bezbariarnist*. <https://bf.diiia.gov.ua/articles/velikij-gid-po-helsi-yak-zareyestruvatis-i-chim-mozhe-dopomogti>
- "Vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii na pidpriemstvakh" [Use of Information and Communication Technologies at Enterprises]. *Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy*. [https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zv/ikt/arh\\_ikt\\_u.html](https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zv/ikt/arh_ikt_u.html)
- Wang, K. et al. "Generative adversarial networks: introduction and outlook". *EEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, vol. 4, no. 4 (2017): 588-598. DOI: <https://doi.org/10.1109/jas.2017.7510583>