

## ВПЛИВ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ НА ДОСЯГНЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

БРЕЧКО Олександр<sup>1</sup>, КРИВОКУЛЬСЬКА Наталія<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Західноукраїнський національний університет

<https://orcid.org/0000-0001-5126-0193>

e-mail: [nauka007tneu@gmail.com](mailto:nauka007tneu@gmail.com)

<sup>2</sup> Західноукраїнський національний університет

<https://orcid.org/0000-0001-6425-8762>

e-mail: [busines.nata@gmail.com](mailto:busines.nata@gmail.com)

*Констатовано, що цифрова трансформація є складовою суспільного прогресу, драйвером розвитку економіки, яка змінює моделі діяльності людей, організацій, територіальних громад, регіонів, країни; зумовлює появу, розвиток і модернізацію різних технологій (штучний інтелект, електронне урядування, цифровізація медичної й соціальної сфер, IT-системи екологічного моніторингу тощо). Стверджується, що цифрова трансформація уможливує суспільний розвиток і сприяє кількісно-якісним перетворенням у різних сферах діяльності.*

*Акцентовано на сутнісному наповненні та формах цифрової трансформації в управлінні сталим розвитком. Доведено, що цифрова трансформація дозволяє отримати підприємствам, галузям та секторам економіки економічний, соціальний, екологічний, іміджевий та інші ефекти. Наголошено на спільному цифровому майбутньому України та ЄС і його ролі у процесі подвійного переходу (зеленого та цифрового).*

*Представлено окремі результати діяльності нашої держави у контексті досягнення спільних цілей ЄС та України в контексті управління сталим розвитком упродовж 2022-2023 років.*

*Аргументовано, що використання цифрових технологій в управлінні сталим розвитком загалом та в досягненні екологічних цілей зокрема, є об'єктивно передумовою забезпечення цифрової екологічної стійкості економіки. Систематизовано причини, які вказують на взаємозв'язок цифрової трансформації й екологічного управління. Наголошено на тому, що існують окремі аспекти негативного впливу цифрової трансформації на довкілля, що посилює значимість екологічної складової управління сталим розвитком. Стверджується, що цифрова трансформація поширюється на суспільство, оскільки вона зумовила появу соціальних мереж, які можуть бути використані як дієвий інструмент формування інноваційної екологічної культури та посилення ролі громадського сектору в управлінні сталим розвитком національної економіки. Застосування цифрових технологій GPI дозволить зосередити увагу стейкхолдерів на екологічних питаннях; додати процесу управління сталим розвитком системності; пришвидшити реалізацію науково обґрунтованих заходів щодо екологізації як виробництва, так і управлінської діяльності. За таких умов постає питання ефективного використання цифрових технологій в управлінні сталим розвитком, які працюючи «на вході» з наявним ресурсним потенціалом, екологічними дисбалансами дозволять отримати «на виході» ресурс – «сталій розвиток держави, її регіонів і територіальних громад». Наголошено, що завдяки новітнім цифровим технологіям (штучний інтелект, робототехніка, інтернет речей, циркулярна економіка, розширена переробка, великі дані та аналітика, технології декомпозиції, блокчейн, екодевелопмент) можна покращити процеси управління сталим розвитком, забезпечити кращу доступність інформації, ефективно використання ресурсів та підвищити участі громадськості у прийнятті рішень, забезпечити зелений перехід економіки до більш екологічно стійкого способу розвитку.*

*Ключові слова: цифрова трансформація, цифрові технології, стала цифровізація, управління сталим розвитком, критичні технології, циркулярна економіка, подвійний перехід.*

<https://doi.org/10.31891/mdes/2023-10-28>

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Цифрова трансформація в сучасному світовому господарстві супроводжується проникненням цифрових технологій в усі сектори та галузі, створюючи додаткові конкурентні переваги для прискорення та сталого розвитку національних економік, вирішення найгостріших соціальних, економічних, екологічних проблем нашого часу. Вона є потужним антикризовим засобом попередження та протидії макроекономічних ризиків та загроз, інструментом задоволення потреб найуразливіших та маргіналізованих груп населення, засобом вирішення екологічних проблем та раціонального використання ресурсного потенціалу. Більше того, сьогодні мова йде про сталу цифровізацію, яка дозволяє використовувати цифрові технології для мінімізації ризиків негативного впливу суспільства на навколишнє середовище. За дослідженням Всесвітнього економічного форуму та PwC5, використання цифрових технологій прискорить досягнення 10 із 17 визначених ООН глобальних цілей сталого розвитку. Застосування цифрових технологій в реалізації екологічної публічної політики може забезпечити справедливий розподіл благ і зменшити негативний вплив суспільства на довкілля, що зрештою призведе до кращої якості життя населення. Дослідження офісу сталих рішень показують, що цифрові технології дозволяють ефективно вирішувати глобальні проблеми людства. Зокрема, цифровізація в енергетичній сфері забезпечує на 20% скорочення щорічних атмосферних викидів, що дозволить досягнути чистого нуля до 2050 року; мережі 5G на одиницю трафіку на 90% більш енергоефективні, ніж мережі 4G;

використання штучного інтелекту при експлуатації сонячних батарей дозволяє останнім рухатися протягом дня за сонцем, що підвищує їх продуктивність на 45% на відміну від статичних; використання технологій доповненої реальності є ефективним рішенням цифрового обслуговування найбільших електростанцій, що посилює конкурентні переваги діджиталізації [1].

Одночасно цифрові трансформації породжують і додаткові виклики, серед яких: викиди парникових газів (4% глобальних викидів), 40% викидів вуглецю припадає на інформаційно-комп'ютерні технології, які є невід'ємною складовою цифрової економіки, збільшуються електронні відходи, з яких переробляється лише п'ята частина. Щорічно утворюється понад 50 мільйонів тонн електронного сміття, кількість невикористовуваних мобільних телефонів з кожним роком збільшується, у 2023 році вона становила 130 мільйонів [1].

В цій ситуації дуже важливо через інструменти управління сталим розвитком віднайти позитивний екологічний баланс між продуктивним використанням цифрових технологій і зменшенням чи пом'якшенням їх негативних наслідків в контексті досягнення сталого прогресу. Цього можна досягнути шляхом створення ефективної системи управління сталим розвитком, яка буде використовувати переваги цифрових трансформацій та попереджати їх небажані наслідки.

### АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Цифрова трансформація є системною і масштабною діяльністю, яка стосується економічних процесів, різних секторів і галузей економіки, сфер життєдіяльності суспільства й управління ними.

Ніколайчук В. В. та Бондар В. Ю. при характеристиці цифрових трансформацій акцентують увагу на мікроекономічному ефекті цифровізації, вважаючи її процесом використання цифрових технологій для покращення ефективності та продуктивності бізнесу шляхом покращення якості виробництва, залучення нових клієнтів та збільшення прибутку [2].

В. Куйбіда, О. Карпенко і В. Наместнік цифрову трансформацію трактують з позицій інклюзивного підходу в розрізі використання новітніх цифрових технологій для покращення життєдіяльності кожної людини [3].

Ю. Нікітін, О. Кульчицький характеризують цифрову трансформацію з позицій процесного підходу, зокрема, як створення та використання цифрових технологій для модернізації виробництва та підвищення продуктивності праці [4, с. 82].

Для національної економіки цифрові трансформації розглядаються як потужний інструмент повосенного відновлення економіки України завдяки розробці вітчизняних цифрових екосистем, створення сприятливих умов для інвестицій за допомогою відкритого ринку, прозорої фіскальної політики, покращення кон'юнктури ринку робочої сили.

Аналіз вітчизняної та зарубіжної практики цифрових трансформацій показує, що цифрові технології найкращим чином можуть забезпечити екологічну стійкість національної економіки: раціональне використання обмежених ресурсів, безвідходне виробництво через підтримку циркулярної економіки. На думку Малишевої Н.Р., Вінник О.М., завдяки цифровим технологіям, зокрема інтернету речей та штучного інтелекту можна забезпечити скорочення викидів парникових газів, контролюючи якість повітря та фактори, які його забруднюють; підвищити ефективність водовикористання; створити системи цифрового управління енергорозподілом та енергоспоживанням; впровадити адитивне виробництва для економії обмежених ресурсів [5].

Цифрова трансформація в екологічній сфері є процесом використання цифрових технологій та інновацій для зменшення негативного впливу суспільства на навколишнє середовище, збалансованому використанню ресурсів та сприяння сталому розвитку. Зокрема, мова йде про впровадження енергоефективних технологій та зелених ініціатив у сфері виробництва, транспорту, будівництва та інших секторах економіки, що допомагає зменшити викиди парникових газів та споживання енергії; використання цифрових рішень для управління водними ресурсами; реалізації геопросторових цифрових концепцій, що підвищують якість життя жителям населених пунктів; використання цифрових технологій для моніторингу та управління відходами; створення цифрових платформ для екологічного моніторингу, що дозволяє консолідувати суспільство над вирішенням проблем сталого розвитку.

Основні результати використання цифрових технологій в управлінні сталим розвитком можна обґрунтувати у вигляді наукових позицій, що стосуються: використання технологій блокчейну для поширення практик циркулярної економіки; новітніх цифрових технологій для аналізу та інтеграції даних; створення цифрових мереж для оптимізації інформаційного потоку в процесах використання ресурсів, управління відходами; використання великих даних, штучного інтелекту у досягненні оптимізації бізнес-процесів [6].

Неоціненним є нині вклад цифрових трансформацій у циркулярну економіку. Моделювання екологічних ланцюгів постачання, циклічного проектування та експлуатації, екологічного дизайну є важливим напрямком налагодження безвідходного виробництва та забезпечення його соціально-екологічної стійкості.

Оскільки цифрова трансформація виступає процесом застосування цифрових технологій для зміни традиційних суспільних процесів, детальнішого дослідження потребують питання обґрунтування взаємозв'язку і впливу такої трансформації на процес екологічного управління, яке має стати ефективним інструментом досягнення сталості розвитку України, її регіонів, територіальних громад, організацій. Цифрові технології через систему управління сталим розвитком зможуть зменшити втрату природних середовищ, підтримати існування біорізноманіття, які є частиною глобальної спадщини та підтримують глобальну продовольчу та водну безпеку, пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптацію до них, а також мир і безпеку на землі.

### ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

**Метою статті** є обґрунтування системного бачення впливу цифрової трансформації на управління сталим розвитком в частині досягнення екологічних цілей.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Цифрові технології відіграють значну роль у досягненні цілей сталого розвитку. Вони забезпечують платформу для створення цифрових інноваційних рішень, які вирішують проблеми забезпечення сталого розвитку, сприяння економічному зростанню, покращенню освіти та охорони здоров'я та сприянні екологічній стійкості. Цифрові технології дозволяють відстежувати та контролювати зміни клімату, стихійні лиха та інші екологічні проблеми підтримуючи екологічну стійкість економічної системи. Тому завдання держави зводиться до того, щоб через поєднання інструментів економічної, соціальної, екологічної та цифрової політики створити оптимальний механізм управління сталим розвитком, активно сприяючи продовженню інвестицій та інновацій у цій сфері.

Управління сталим розвитком є ключовим інструментом для забезпечення балансу між поточними потребами та майбутнім благополуччям суспільства та довкілля. Воно враховує взаємозв'язок між економічними, соціальними та екологічними аспектами діяльності, сприяє створенню життєздатних, стабільних, конкурентних громад, які зберігають своє середовище для майбутніх поколінь.

Якщо розглядати управління сталим розвитком з використанням новітніх цифрових технологій в розрізі рівневої моделі функціонування економічної системи, то варто відмітити, що на мікрорівні така система повинна забезпечити активне впровадження технологічних рішень як в систему менеджменту підприємства, так і в його виробничий процес.

На думку В. Г. Воронкової та Н. Г. Метеленка під впливом цифрових трансформацій формується цифрова парадигма сучасного підприємства, яка «включає сукупність технологічних інноваційних процесів, що можуть привести до зміни природи праці, актуалізації нових цифрових професій на фоні зникнення багатьох вже існуючих, формування цифрових компетентностей суспільства» [7, с.68]. Така цифрова парадигма повинна мати екологоорієнтований вектор розвитку, який забезпечується використанням роботехніки, штучного інтелекту, біотехнології, 3D-друку. Відмітимо, що біотехнології – це компонент п'ятої промислової революції, що відіграють ключову роль у формуванні новітньої технологічної платформи для майбутнього економічного, соціального та екологічного розвитку. Медичні, сільськогосподарські, екологічні, промислові, продовольчі біотехнології дають можливість розробляти нові продукти та послуги, які вирішують складні проблеми, такі як лікування захворювань (генетична терапія, біологічна терапія, створення біотехнологічних препаратів), забезпечення продовольчої безпеки (ферментація, біотехнологічні добавки, біоактивні добавки для поліпшення виробництва, зберігання, транспортування та переробки харчових продуктів), екологічної безпеки (очищення води, ґрунту та повітря від токсичних речовин та відходів), енергетичної безпеки (використання мікроорганізмів для виробництва біопалива) тощо.

Цифрова трансформація дозволяє суб'єктам господарювання вийти на новий рівень розвитку і, отримати економічний ефект у найближчий часовий відрізок. Такий погляд на цифрову трансформацію є логічним, оскільки метою діяльності підприємства як одного із типів організації є отримання прибутку у найкоротші строки. Разом з тим, сьогодні для здобуття конкурентних

переваг і посилення конкурентоспроможності, покращення власних іміджу і репутації, отримання лідерських позицій на ринку підприємства зосереджують свою увагу на соціальних і екологічних аспектах роботи, побудові комунікацій з громадськістю і населенням, налагодженні партнерських відносин з державою у рамках державно-приватного партнерства тощо. Тому, цифрова трансформація як процес сьогодні асоціюється з отриманням підприємствами не тільки економічного, а й соціального і екологічного ефектів і відображається у їх функціональній діяльності цільового, стратегічного, маркетингового, ресурсного, кадрового та іншого характеру. Цифрова трансформація включає зміну мислення керівництва, заохочення інновацій і нових бізнес-моделей, оцифровку активів і ширше використання технологій для поліпшення досвіду співробітників, клієнтів, постачальників, партнерів і зацікавлених сторін

Цифрова трансформація і пов'язана із нею цифровізація проникає у різні сектори й галузі економіки (промисловість, сільське господарство, транспорт, урядову діяльність, природоохоронну і соціальну сфери, громадський сектор економіки), у соціальні мережі та ін. Так, дослідження Світового банку показало, що збільшення рівня проникнення Інтернету та ширококутового зв'язку впливає на продуктивність усієї економіки. Кожні 10 % збільшення кількості користувачів Інтернету можуть підвищити темпи економічного зростання на 1 % [8].

Цифрові технології на галузевому рівні в досягненні екологічних цілей сталого розвитку сприяють оптимізації використання ресурсів, зменшенню викидів та покращенню екологічних показників у різних сферах діяльності.

Так, використання датчиків інтернету речей для моніторингу вологості ґрунту, використання добрив, моніторингу стану ґрунту та рослин в сільському господарстві забезпечить оптимізацію витрат та підвищить врожайність.

Створення «розумних міст» та відповідних технологій дозволить оптимізувати енергоефективність, зменшити витрати та сприяти використанню відновлювальних джерел енергії. Використання систем моніторингу та управління енергоспоживанням може допомогти містам та компаніям зменшити свій вуглецевий слід та стати більш сталими з енергетичної точки зору.

Впровадження інноваційних цифрових технологій у логістичних, транспортних системах сприятиме покращенню якості довколишнього середовища. Використання адитивного виробництва оптимізує виробничі процеси за рахунок використання екологічно-чистих матеріалів, оптимізації витрат ресурсів та утворення відходів. Використання датчиків для моніторингу якості води, систем управління водою та технологій очищення може допомогти ефективніше управляти водними ресурсами, запобігти забрудненню та зберегти воду.

Цифровізація економіки України та її галузей неможлива без належного доступу до ширококутового Інтернету, особливо, коли мова йде про сільську місцевість. Наразі Україна має нижчу вихідну позицію порівняно з ЄС (відповідно 55% та 82%), у той же час має намір рухатися в одному напрямі з ЄС, суттєво скоротити відставання від ЄС та визначає амбітні цілі щодо покращення доступу сільського населення до ширококутового Інтернету (охоплення 95% сільського населення в Україні та 100% в ЄС) [9].

На рівні національної економіки цифрові трансформації шляхом використання ключових (критичних) технології відіграють ключові роль у підтримці збалансованого розвитку.

Критичні технології – це високі технології, які мають принципове значення для підтримки національної безпеки та економічного зростання, і які потребують збереження та розвитку. Виділяють три пріоритетні напрями використання критичних технологій:

- а) технології життєзабезпечення населення України (медицина, продовольство й товари народного вжитку, енергетика, екологія);
- б) перспективні технології подвійного використання (транспорт, матеріали, технології машинобудування, інформатика та засоби зв'язку);
- в) технології спеціального призначення (зокрема, оборонний комплекс) [10].

Проблеми екології, енергетики та продовольства сьогодні визнані найбільш актуальними цивілізаційними викликами. Водночас, вони виступають важливими загрозами національній безпеці. Тому, у контексті зміцнення національної безпеки, вирішення цих проблем передбачає застосування критичних технологій як стимулу сталого розвитку національної економіки, що сприяє посиленню екологічної, енергетичної та продовольчої безпеки [11].

На наднаціональному рівні цифрові трансформації в управлінні сталим розвитком найкращим чином прослідковуються через напрацювання спільних ініціатив, зокрема, євроінтеграційних у вирішенні проблем сталого розвитку.

У публікації [12] вказується, що «цифрове майбутнє України та ЄС – спільне, разом ми значно прискоримо і полегшимо цифровий перехід. У нас спільні цілі, ЄС та Україна вже мають власні здобутки та переваги, які посилять одне одного у процесі подвійного переходу (зеленого та цифрового)». Зелений та цифровий перехід можуть взаємодоповнюватися та взаємопідтримувати один одного. Цифрові технології можуть використовуватися для моніторингу та оптимізації використання енергії та ресурсів у зелених ініціативах. Зелений перехід також може стимулювати інновації у цифрових технологіях, сприяючи розвитку нових енергоефективних та екологічно чистих рішень. Обидва ці переходи є ключовими для досягнення сталого розвитку та вирішення глобальних екологічних та економічних викликів.

Відображенням серйозної роботи нашої держави у контексті досягнення спільних цілей ЄС та України є напрацювання у природоохоронній діяльності, які представлені в табл. 1.

Таблиця 1

**Окремі результати діяльності нашої держави у контексті досягнення спільних цілей ЄС та України упродовж 2022-2023 років**

№ з/п	Екологоорієнтовані заходи євроінтеграційного вектору управління сталим розвитком
	<p><b>У природоохоронній сфері прийнято низку євроінтеграційних Законів:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- «Про ратифікацію Поправки та Другої поправки до Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті»,</li> <li>- «Про внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення механізму регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря»,</li> <li>- «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо державної системи моніторингу навколишнього природного середовища, інформації про стан навколишнього природного середовища (екологічної інформації) та інформування з питань екологічного врядування»,</li> <li>- «Про Національний реєстр викидів та перенесення забруднювачів»,</li> <li>- «Про управління відходами»,</li> <li>- «Про хімічну безпеку та управління хімічною продукцією».</li> </ul>
	<p><b>З метою поглиблення імплементації права ЄС за вказаний період також прийнято відповідні підзаконні нормативно-правові акти, зокрема:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- розпорядження Кабінету Міністрів України від 09.12.2022 № 1134-р «Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року»,</li> <li>- постанову Кабінету Міністрів України від 27.12.2022 № 1466 «Про затвердження переліків товарів, експорт та імпорт яких підлягає ліцензуванню, та квот на 2023 рік»,</li> <li>- наказ Міндовкілля від 01.08.2022 № 267 «Про затвердження Порядку розроблення та затвердження короткострокових планів дій», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 20.09.2022 за № 1086/38422;</li> <li>- наказ Міндовкілля від 01.08.2022 № 268 «Про затвердження Порядку розроблення та затвердження планів поліпшення якості атмосферного повітря», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 16.09.2022 за № 1071/38407.</li> </ul>
	<p><b>Покращення моніторингової діяльності розкривається у тому, що наказами Міндовкілля затверджено:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Програму державного моніторингу вод (у частині діагностичного моніторингу прибережних і морських вод Чорного та Азовського морів) на період до 2026 року;</li> <li>- Програму державного моніторингу вод (у частині діагностичного моніторингу підземних вод) на 2022 рік;</li> <li>- Програму моніторингу вод (в частині діагностичного та операційного моніторингу поверхневих вод) на 2023 рік.</li> </ul>

Примітка. Сформовано з використанням [13, 14].

Цифрова трансформація і екологізація управління як критичні технології й інструменти сталого розвитку набувають виключної актуальності. Вони сприяють зниженню екологічних ризиків, впровадженню екологічно безпечних методів виробництва, формуванню екологічної культури та грамотності. Високий рівень цифровізації дозволяє стейкхолдерам простіше та швидше отримувати необхідну інформацію про діяльність компанії, і таким чином зменшувати інформаційні асиметрії у екологічних аспектах виробничої діяльності. Завдяки цифровізації компанії практично не можуть приховувати незручні для них результати діяльності, а інвестори мотивують менеджмент брати активну участь у ESG-повідсті, інвестуючи у більш екологічні та безпечні активи.

Для результативнішого використання цифрових технологій у управлінні сталим розвитком необхідно вирішити питання:

- інституційної та інформаційної непорядкованості природоохоронного і природоресурсового управління (низька результативність виконання функцій щодо екологічного управління усіма суб'єктами та їх інформаційного супроводу; недосконалість систем екологічного регулювання, обліку і контролю й т. ін.);

- зменшення антропогенного тиску на довкілля, що посилюється такою серйозною проблемою як «відходи війни». Вони вимагають моніторингу та фіксування;

- несистемністю інфраструктурного супроводу охорони довкілля і його низькою дієвістю (до прикладу, недосконалість інформаційно-комунікативної інфраструктури відображається у певній закритості для населення екологічної інформації як органів екологічного управління, так і підприємств, у послабленні комунікації з громадськістю і населенням (оцінка впливу на довкілля сьогодні не здійснюється), а проблемність функціонування юридичної інфраструктури розкривається у недостатньому закріпленні у документах і регламентах різних рівнів питань екологічної відповідальності і екологічної безпеки громадян);

- пасивності і невмотивованості представників підприємницького сектору економіки в питаннях здійснення екологічного менеджменту, екологізації виробництва, зелених інвестицій через певний інформаційний вакуум;

- розширення і законодавчого закріплення переліку природоохоронних інструментів (міжсекторального партнерства; регіонального екологічного партнерства; створення екологічних провінцій тощо).

В системі управління сталим розвитком важливо напрацювати механізм мінімізації негативних наслідків цифрової трансформації, що стосуються передусім збільшення енергоспоживання і утворення електронних відходів.

За даними форуму Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), кількість електронних відходів у 2021 році досягла 57,4 млн. тон, що важче за найважчий рукотворний об'єкт на землі – Велику Китайську стіну. Очікується, що при нинішніх темпах зростання до 2030 глобальний обсяг електронних відходів досягне 74 мільйонів тон на рік [15].

Використання потенціалу циркулярної економіки в питанні поводження з електронними відходами в рамках екологічного управління дозволить отримати економічний, соціальний і екологічний ефекти, зокрема: зменшити використання сировини, водних і енергетичних ресурсів для виробництва нової електроніки, пристроїв апаратного забезпечення, мобільних пристроїв; залучити до процесу споживання більш широкі верстви населення (йдеться про інклюзію і доступність продукту); зменшити обсяг утворених в майбутньому відходів й існуючих відходів завдяки їх утилізації, виділення з них ресурсоцінних компонентів і їх використання.

Новітні цифрові технології циркулярної економіки повинні включати збільшення інвестицій у виготовлення роботизованих переробників, які займаються сортуванням, збором, утилізацією відходів, розробкою оптимального маршруту для сміттєвозів. Зокрема, за допомогою алгоритмів штучного інтелекту (AI) можна сортувати відходи, використання дронів дозволить моніторити полігони на предмет якості повітря та радіації. Автономні сміттєвози, керовані штучним інтелектом, знижують ризик виробничих травм для водіїв. Алгоритми комп'ютерного зору та машинного навчання (ML) також сприяють розумному сортуванню, розрізняючи різні типи та розміри відходів. Це підвищує точність і швидкість сортування, особливо для компаній з переробки пластику. Нарешті, платформи на основі штучного інтелекту забезпечують безпечну роботу шляхом постійного моніторингу умов роботи на підприємствах з небезпечними відходами.

Серед інноваційних цифрових технологій циркулярної економіки варто виокремити: інноваційне компостування, використання екологічно чистих матеріалів, круговий дизайн продуктів, виготовлення біорозкладної упаковки, використання рішень на базі блокчейну, що відстежуватимуть життєвий цикл матеріалу, щоб підвищити ефективність переробки та зменшити розміри сміттєзвалищ.

Блокчейн забезпечує відповідальне поводження з відходами, забезпечуючи прозорість і відстежуючи ланцюг створення вартості в цьому процесі. Відстеження відходів забезпечує відповідність екологічним нормам. Це дозволяє підприємствам з утилізації відходів відводити більше відходів зі звалищ. Блокчейн перевіряє інформацію про управління відходами на кожному етапі їх створення та переробки. Наприклад, компанія, яка доставляє відходи перевізнику, поміщає всю інформацію в цифровий документ, підтверджений перевізником, а кінцевий одержувач відходів підтверджує отримання відходів і забезпечує безпеку транзакцій. Такий процес унеможливує утворення стихійних сміттєзвалищ. Дані від розумних датчиків сміттевого смітника дають уявлення про частоту спорожнення сміттевого смітника залежно від місця розташування. Це дозволяє компаніям, які займаються збором відходів, визначати тип відходів на основі конкретних місць і забезпечувати своєчасний збір відходів. Крім того, великі дані дозволяють компаніям розраховувати та керувати викидами вуглекислого газу внаслідок існуючих практик поводження з відходами, що мінімізуватиме забруднення повітря.

Найбільший обсяг інвестицій у цифрові екологічні технології у світі спрямовуються в штучний інтелект (20% у загальному обсязі інвестицій у цифрові технології), робототехніку (19%), інтернет-речей (19%), циркулярні технології (18%), розширену переробку (14%), великі дані та аналітику (6%), технології декомпозиції (2%), блокчейн (2%) [16].

Існуючі стартапи в сфері цифрових екологічних інновацій дозволяють автоматизувати сортування відходів за допомогою алгоритмів і робототехніки на основі штучного інтелекту. Окрім хімічної переробки пластику, стартапи розробляють мікроби, що поїдають пластик, які розкладають пластикові відходи, що робить його однією з найбільш інноваційних технологій утилізації відходів. Розумні сміттєві баки з підтримкою Інтернету речей включають датчики, які відстежують рівень заповнення сміттєвого контейнера та повідомляють збирачів сміття в потрібний час. Крім того, використання блокчейну забезпечує відстеження матеріалів, тоді як великі дані покращують аналіз даних про відходи. Нарешті, екологічні пакувальні матеріали та рішення з перетворення відходів на енергію (W2E), серед іншого, сприяють переходу до циркулярної економіки.

Для підтримки екологоорієнтованого вектору цифрової трансформації варто підтримувати зелене будівництво (екодевелопмент нерухомості), що «передбачає будівництво і модернізація об'єктів нерухомості з використанням екологічних підходів, новітніх матеріалів, цифрових технологій, дотримання екологічних норм і вимог при проектуванні і будівництві, з закладанням дружніх навколишньому середовищу рішень для всіх етапів життєвого циклу об'єктів» [17].

Для підвищення цифрової культури в управлінні сталим розвитком необхідно активізувати використання потенціалу соціальних мереж, які можуть бути використані як дієвий інструмент громадського екологічного управління. У соціальних мережах застосовується аббревіатура GPI, яка розшифровується як Global Public Influencer (глобальний громадський вплив). Також «GPI – це аббревіатура, яка використовується в галузі мереж і відноситься до Global Policy Index, що іспанською перекладається як Global Policy Index. Цей термін використовується для вимірювання та оцінки ефективності політик, реалізованих у мережі, на локальному чи глобальному рівні» [18].

Завдяки тому, що GPI мають велику кількість прихильників у своїх профілях у соціальних мережах, вони через свої публікації можуть впливати на думку і ставлення громадськості до екологічної політики, довіру до суб'єктів її здійснення, викликати інтерес до нових тенденцій за вектором сталого розвитку чи виробництва екологічно чистої продукції й т. ін. Це дозволить: зосередити увагу стейкхолдерів на екологічних питаннях; додати процесу екологічного управління системності; пришвидшити реалізацію науково обґрунтованих заходів щодо екологізації як виробництва, так і управлінської діяльності.

## **ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ**

Цифрові трансформації є невід'ємною складовою технічного прогресу і вони мають здійснюватися з урахуванням обраного національною економікою вектору сталого розвитку та сприяти підвищенню екологічної стійкості економіки України за рахунок екологічного оцифрування економічних процесів. Використання цифрових технологій в управлінні сталим розвитком може допомогти оптимізувати використання ресурсів, зменшити негативний вплив на довкілля, забезпечити екологічну стійкість та створити потенціал для повоєнного відновлення економіки України. Такі цифрові технології стосуються створення цифрових платформ, аналітичного ресурсу, розвитку інтернету речей, штучного інтелекту, віртуальної та доповненої реальності, що посилюватиме міжсекторну співпрацю у досягненні цілей сталого розвитку, синергетику взаємодії уряду, бізнесу та громадськості у досягненні цілей сталого розвитку, підвищить євроінтеграційні зусилля у забезпеченні екологічної сталості та соціальної справедливості. Завдяки новітнім цифровим технологіям (штучний інтелект, робототехніка, інтернет речей, циркулярна економіка, розширена переробка, великі дані та аналітика, технології декомпозиції, блокчейн, екодевелопмент) можна покращити процеси управління сталим розвитком, забезпечити кращу доступність інформації, ефективно використання ресурсів та підвищити участі громадськості у прийнятті рішень, забезпечити зелений перехід економіки до більш екологічно стійкого способу розвитку.



**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Офіс сталих рішень. URL: <https://ukraine-oss.com/yak-czyfrovni-tehnologiyi-mozhut-dopomogty-dosyagty-ekologichnyh-czilej/>
2. Ніколайчук В. В. та Бондар В. Ю. Цифрові трансформації в бізнесі: виклики та можливості для менеджменту. Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи. URL: <http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/view/279683>
3. Подзігун Г.В. Суспільні відносини у сфері цифрової трансформації як об'єкт публічного адміністрування. Право і суспільство. 2020. № 3. Т. 2. С. 67–76.
4. Нікітін Ю.О., Кульчицький О.І. Цифрова парадигма як основа визначень: цифровий бізнес, цифрове підприємство, цифрова трансформація. Маркетинг і цифрові технології. 2019. Том 3, № 4. С. 77–87.
5. Малишева Н.Р., Вінник О.М. Екологія, економіка, цифровізація: правові проблеми взаємодії. Вісник Національної академії правових наук України. 2022. Том 29. № 2. 2022. С.238-260.
6. Саед Хусро Чішті. Економічна та екологічна ефективність організацій: роль технологічних досягнень і практик циклічної економіки. *Сталий розвиток*. 2023. № 15 (22). URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/22/15935>
7. Управління сталим розвитком промислового підприємства : теорія і практика : колективна монографія / За ред. д. філософ. н., проф. В. Г. Воронкової, д. е. н., проф. Н. Г. Метеленко. Запоріжжя : Видавничий дім «Гельветика», 2021. 588 с.
8. Кудрявцев В.М. Взаємозв'язок процесу цифровізації та концепції сталого розвитку. URL: <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/e34d665b-7e73-4be5-8cfc-fef14c41cd98/content>
9. [Картування стратегічних цілей України та ЄС у контексті європейського зеленого курсу: вектори розвитку та флагманські ініціативи](https://www.rac.org.ua/priorytety/evropeyskyy-zelenyy-kurs/kartuvannya-strategichnykh-tsiley-ukrayiny-ta-es-u-konteksti-evropeyskogo-zelenogo-kursu-vektory-rozvytku-ta-flagmanski-initsiatyvy-2021). URL: <https://www.rac.org.ua/priorytety/evropeyskyy-zelenyy-kurs/kartuvannya-strategichnykh-tsiley-ukrayiny-ta-es-u-konteksti-evropeyskogo-zelenogo-kursu-vektory-rozvytku-ta-flagmanski-initsiatyvy-2021>
10. Критичні технології. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96\\_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97)
11. Брич В., Борисяк О., Ткач У. Розвиток критичних технологій у контексті зміцнення екологічної, енергетичної та продовольчої безпеки. Економічний аналіз. 2022. Том 32. № 4. С. 279-288. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2022.04.279>
12. What is Digital Transformation? Theagileelephant.com. website. URL: <http://www.theagileelephant.com/what-is-digital-transformation>
13. Членство України в Європейському Союзі: разом ми кращі, стійкіші, більш екологічні та сталі. URL: <https://www.rac.org.ua/uploads/content/695/files/accessionbenefitsukr.pdf>
14. Впровадження євроінтеграційних реформ у природоохоронній сфері: Міндовкілля підготувало звіт про оцінку поточного стану прогресу. URL: [Впровадження євроінтеграційних реформ у природоохоронній сфері: Міндовкілля підготувало звіт про оцінку поточного стану прогресу – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України \(mep.gov.ua\)](https://www.mep.gov.ua/ua/press-releases/2022/04/27/20220427-01)
15. Appio P., Frattini F., Petruzzelli A., Neirotti P. Digital transformation and innovation management: a synthesis of existing research and an agenda for futures studies. J. Prod. Innov. Manag. 38. 2021. P. 4-20.
16. Startus. URL: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/waste-management-trends-innovation/>
17. Чала В.С., Орловська Ю.В., Глущенко А.В. Європейські практики інвестування зеленого будівництва: Підручник Д.: ПДАБА. 2023. 148 с.
18. Точки зору (POV) і групи інтересів (GPI): погляд на їх значення в соціальних мережах. URL: <https://polaridad.es/uk/%D0%A9%D0%BE-%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B0%D1%94-pov-%D1%96-gpi-%D0%B2-%D1%81%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B0%D1%85%3F/>

**REFERENCES:**

1. Ofis stalykh rishen'. RETRIEVED FROM: <https://ukraine-oss.com/yak-czyfrovni-tehnologiyi-mozhut-dopomogty-dosyagty-ekologichnyh-czilej/>
2. Nikolaychuk V . V. ta Bondar V. yu. Tsyfrovni transformatsiyi v biznesi: vyklyky ta mozhlyvosti dlya menedzhmentu. Biznes, innovatsiyi, menedzhment: problemy ta perspektyvy. RETRIEVED FROM: <http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/view/279683> [in Ukrainian].
3. Podzihun H.V. Suspil'ni vidnosyny u sferi tsyfrovoyi transformatsiyi yak ob"yekt publicznego administruvannya (2020). Pravo i suspil'stvo. 2020. № 3. Т. 2. S. 67–76. [in Ukrainian].
4. Nikitin YU.O., Kul'chyts'kyu O.I. Tsyfrova paradyhma yak osnova vyznachyty: tsyfrovyy biznes, tsyfrove pidpryyemstvo, tsyfrova transformatsiya. (2019). Marketynh i tsyfrovi tekhnolohiyi. 2019. Tom 3, № 4. S. 77–87. [in Ukrainian].
5. Malysheva N.R., Vinnyk O.M. Ekolohiya, ekonomika, tsyfrovizatsiya: pravovi problemy vzayemodiyi. (2022). Visnyk Natsional'noyi akademiyi pravovykh nauk Ukrainy. 2022. Tom 29. № 2. 2022. S.238-260. [in Ukrainian].
6. Sayed Khusro Chyshy. Ekonomichna ta ekolohichna efektyvnist' orhanizatsiy: rol' tekhnolohichnykh dosyahnen' i praktychnoyi tsyklichnoyi ekonomiky. (2023). Stalyy rozvytok. 2023. № 15 (22). RETRIEVED FROM: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/22/15935>



7. Upravlinnya stalym rozvytkom promyslovoho pidpryyemstva : teoriya i praktyka : kolektyvna monohrafiya (2021) / Za red. d. filosof. n., prof. V. H. Voronkovoyi, d. e. n., prof. N. H. Metelenko. Zaporizhzhya : Vydavnychyy dim «Hel'vetyka», 2021. 588 s. [in Ukrainian].
8. Kudryavtsev V.M. Vzymozv"yazok protsesu tsyfrovizatsiyi ta kontseptsiyi staloho rozvytku. RETRIEVED FROM: <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/e34d665b-7e73-4be5-8cfc-fef14c41cd98/content> [in Ukrainian].
9. Kartuvannya stratehichnykh tsiley Ukrayiny ta YES u konteksti yevropeys'koho zelenoho kursu: vektory rozvytku ta flahmans'ki initsiatyvy. RETRIEVED FROM: <https://www.rac.org.ua/priorytety/evropeyskyy-zelenyy-kurs/kartuvannya-> [in Ukrainian]. strategichnykh-tsiley-ukrayiny-ta-es-u-konteksti-evropeyskogo-zelenogo-kursu-vektory-rozvytku-ta- flahmans'ki-initsiatyvy-2021
10. Krytychni tekhnolohiyi. RETRIEVED FROM: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96\\_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97) [in Ukrainian].
11. Brych V., Borysyak O., Tkach U. Rozvytok krytychnykh tekhnolohiy u konteksti zmitsnennya ekolohichnoyi, enerhetychnoyi ta prodovol'choyi bezpeky. (2022) Ekonomichnyy analiz. 2022. Tom 32. № 4. S. 279-288. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2022.04.279> [in Ukrainian].
12. Shcho take tsyfrova transformatsiya? Theagileelephant.com. veb-sayt. RETRIEVED FROM: <http://www.theagileelephant.com/what-is-digital-transformation>
13. Chlenstvo Ukrayiny v Yevropeys'komu Soyuzi: razom my krashchi, stiykishi, bil'sh ekolohichni ta stali. RETRIEVED FROM: <https://www.rac.org.ua/uploads/content/695/files/accessionbenefitsukr.pdf>
14. Vprovadzhenya yevrointehratsiynykh reform u pryrodookhoronniy sferi: Mindovkillya pidhotuvalo zvit pro otsinku potochnoho stanu prohresu. RETRIEVED FROM: Vprovadzhenya yevrointehratsiynykh reform u pryrodookhoronniy sferi: Mindovkillya hotuvalo zvit pro otsinku potochnoho stanu prohresu - Ministerstvo zakhystu dovkillya ta pryrodnykh resursiv Ukrayiny (mepr.gov.ua) [in Ukrainian].
15. Appio P., Frattini F., Petruzzelli A., Neirotti P. Digital transformation and innovation management: a synthesis of existing research and an agenda for futures studies. (2021)/J. Prod. Innov. Manag. 38. 2021. P. 4-20.
16. Startus. RETRIEVED FROM: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/waste-management-trends-innovation/>
17. Chala V.S., Orlovs'ka YU.V., Hlushchenko A.V. Yevropeys'ki praktyky investuvannya zelenoho budivnytstva/ (2021). Pidruchnyk D.: PDABA. 2023. 148 s. [in Ukrainian].
18. Tochky zoru (POV) i hrupy interesiv (GPI): pohlyad na yikh znachennya v sotsial'nykh merezhakh. RETRIEVED FROM: <https://polaridad.es/uk/%D0%A9%D0%BE-%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B0%D1%94-%D0%B2-%D1%81%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B0%D1%85%3F/> [in Ukrainian].

## IMPACT OF DIGITAL TRANSFORMATION ON THE ACHIEVEMENT OF ENVIRONMENTAL GOALS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF UKRAINE

BRECHKO Oleksandr, KRYVOKULSKA Natalia  
West Ukrainian National University

*It was established that digital transformation is a component of social progress, a driver of economic development, which changes the activity models of people, organizations, territorial communities, regions, and the country; causes the emergence, development and modernization of various technologies (artificial intelligence, electronic government, digitalization of medical and social spheres, IT systems of environmental monitoring, etc.). It is argued that digital transformation enables social development and promotes quantitative and qualitative transformations in various spheres of activity. Emphasis is placed on the essential content and forms of digital transformation in the management of sustainable development. It has been proven that digital transformation allows enterprises, industries and sectors of the economy to obtain economic, social, environmental, image and other effects. The common digital future of Ukraine and the EU and its role in the process of a double transition (green and digital) are emphasized. Individual results of our state's activities in the context of achieving common goals of the EU and Ukraine in the context of managing sustainable development during 2022-2023 are presented.*

*It is argued that the use of digital technologies in the management of sustainable development in general and in achieving environmental goals in particular is an objective prerequisite for ensuring digital environmental sustainability of the economy. The reasons that indicate the relationship between digital transformation and environmental management are systematized. It is emphasized that there are certain aspects of the negative impact of digital transformation on the environment, which increases the importance of the environmental component of sustainable development management. It is argued that the digital transformation extends to society, as it led to the emergence of social networks, which can be used as an effective tool for the formation of an innovative environmental culture and strengthening the role of the public sector in managing the sustainable development of the national economy. The use of GPI digital technologies will allow stakeholders to focus on environmental issues; add systematicity to the sustainable development management process; to speed up the implementation of scientifically based measures regarding the greening of both production and management activities. Under such conditions, the question arises of the effective use of digital technologies in the management of sustainable development, which, working "at the input" with the available resource potential, environmental imbalances will allow to obtain the resource "at the output" - "sustainable development of the state, its regions and territorial communities." It was emphasized that thanks to the latest digital technologies (artificial intelligence, robotics, Internet of Things, circular economy, advanced processing, big data and analytics, decomposition technologies, blockchain, eco-development) it is possible to improve sustainable development management processes, ensure better availability of information, efficient use of resources and increase public participation in decision-making, ensure a green transition of the economy to a more environmentally sustainable way of development.*

*Keywords: digital transformation, digital technologies, sustainable digitalization, management of sustainable development, critical technologies, circular economy, double transition.*