

Олена Берестецька
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана
Пулюя (Україна)
Olena Berestetska
Ternopil Ivan Puluj National Technical University (Ukraine)

ПОТЕНЦІАЛ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ У ДОСЯГНЕННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

THE POTENTIAL OF DIGITAL TRANSFORMATION IN ACHIEVING ENVIRONMENTAL GOALS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF UKRAINE

Резюме. Екотрансформація відіграє важливу роль у збереженні природних ресурсів й зменшенні негативного впливу на довкілля. Цей процес передбачає застосування технологій та підходів, спрямованих на зменшення викидів шкідливих речовин у атмосферу, використання відновлюваних джерел енергії та оптимізацію виробничих процесів для мінімального користування природними ресурсами. Екотрансформація також може включати застосування вторинної переробки матеріалів, впровадження програм відновлення довкілля та підтримку біорізноманіття. Ці заходи сприяють збереженню природних ресурсів, зменшенню викидів та завданню меншої шкоди довкіл्लю. Відомо, що регіони з високим рівнем біорізноманіття володіють багатшими природними ресурсами.

Використання передових технологій для моніторингу навколишнього середовища означає присутність цифровізації у сфері екології. Завдяки цифровим інструментам, таким як дрони, супутникові знімки, сенсори та штучний інтелект, вдається ефективніше виявляти зміни в екосистемах, вчасно реагувати на них та розробляти стратегії їх збереження. Також цифрові технології допомагають у розробці програм шляхом застосування аналітики даних для управління ресурсами та розробки нових методів відновлення пошкоджених екосистем. В цілому, цифровізація відкриває нові можливості для ефективного ведення екологічної діяльності та сприяє збереженню та відновленню екосистем.

У даній статті досліджено потенціал цифрової трансформації у досягненні екологічних цілей сталого розвитку України на період до 2030 року, а також уточнено поняття "екотрансформація" як процесу перетворень у сфері екології, що спрямовуються на

забезпечення цілей сталого розвитку та майбутнього країни завдяки цифровим інструментам.

За допомогою екотрансформації можна досягти балансу між економічним розвитком та охороною навколишнього середовища, що є ключовим чинником в досягненні сталого розвитку. Такі підходи допомагають забезпечити нашим майбутнім поколінням життєзабезпечення на планеті та зберегти цінні природні ресурси для майбутніх поколінь.

Summary. Eco-transformation plays an important role in preserving natural resources and reducing the negative impact on the environment. This process involves the use of technologies and approaches aimed at reducing emissions of harmful substances into the atmosphere, using renewable energy sources and optimizing production processes to minimize the use of natural resources. Eco-transformation can also include the application of secondary processing of materials, the implementation of environmental restoration programs and the maintenance of biodiversity. These measures help preserve natural resources, reduce emissions, and cause less damage to the environment. It is known that regions with a high level of biodiversity have richer natural resources.

The use of advanced technologies for environmental monitoring means the presence of digitization in the field of ecology. Thanks to digital tools such as drones, satellite images, sensors and artificial intelligence, it is possible to more effectively detect changes in ecosystems, respond to them in time and develop strategies for their conservation. Digital technologies are also helping to develop programs by applying data analytics to manage resources and develop new methods to restore damaged ecosystems. In general, digitalization opens up new opportunities for effective environmental management and contributes to the preservation and restoration of ecosystems.

This article examines the potential of digital transformation in achieving the ecological goals of sustainable development of Ukraine for the period until 2030, and also clarifies the concept of "eco-transformation" as a process of transformations in the field of ecology aimed at ensuring the goals of sustainable development and the future of the country thanks to digital tools.

With the help of eco-transformation, it is possible to achieve a balance between economic development and environmental protection, which is a key factor in achieving sustainable development. Such approaches help ensure our future generations sustain the planet and preserve valuable natural resources for future generations.

Вступ. Цифрова трансформація – це процес ретельно спланованого, цілеспрямованого перепозиціонування бізнесу чи будь-якої іншої справи, сфери діяльності, що охоплює трансформацію персоналу, процесів і технологій.

Вивчаючи застосування цифрових технологій в екотрансформаційних процесах, Малишева Н. і Вінник О. у своїй праці довели, що важливою сферою екологічних відносин, де цифровізація може здійснити дійсно революційні перетворення є сфера моніторингу довкілля [6, с. 244]. Досліджуючи вплив цифрової трансформації на досягнення екологічних цілей сталого розвитку України, Бречко О. та Кривокульська Н. стверджують, що використання цифрових технологій в управлінні сталим розвитком може допомогти оптимізувати використання ресурсів, зменшити негативний вплив на довкілля, забезпечити екологічну стійкість та створити потенціал для повного відновлення економіки України [2, с. 207].

Екотрансформація має величезний потенціал у збереженні природних ресурсів та зменшенні негативного впливу на довкілля. Однак, існують деякі виклики, які можуть ускладнити цей процес.

Один з викликів – відсутність достатньої свідомості у суспільстві про необхідність прийняття заходів щодо охорони навколишнього середовища. Багато людей можуть не розуміти важливість збереження природних ресурсів або не бути готовими змінити свої споживчі звички на більш екологічні. Для усвідомлення цього вже зроблено багато кроків: сортування відходів, тобто їх розділення на різні групи для переробки (здійснюється вручну в побуті за допомогою схеми роздільного збору до відповідних контейнерів); вибір екопакування при купівлі товарів, що вважається більш безпечним для природи, наприклад, упаковка, яка виготовляється з кукурудзяного крохмалю або інших біорозкладних матеріалів; приймання упаковки, роздільне її збирання, сортування та підготовка до повторного використання й відновлення виробником упаковки та продукції в ній [1, с.190] та ін.

Іншим викликом є недостатність наукових досліджень і технологій у галузі екології та сталого розвитку. Без належного розвитку технологій, які б допомагали зменшувати викиди та оптимізувати використання ресурсів, екотрансформація може стати складнішою.

Нарешті, політичний вплив і корупція можуть стати перешкодою для впровадження екологічних реформ. Багато виробництв та компаній можуть мати інтереси в збереженні статус-кво, що може ускладнити прийняття необхідних рішень в сфері охорони довкілля.

Зважаючи на ці виклики, важливо посилювати свідомість громадськості щодо проблем екології, розвивати нові технології для екологічних потреб та боротися з корупцією для успішної екотрансформації.

Екотрансформація – це процес зміни використання природних ресурсів та простору з метою збереження біорізноманіття та довкілля. Для збереження природних ресурсів та зменшення негативного впливу на довкілля важливо враховувати такі проблеми: 1) видобуток природних ресурсів – чим більше ми використовуємо природні ресурси, тим більше ми їх вичерпуємо. Наприклад, видобуток нафти та газу може призвести до забруднення ґрунту та води, а також знищення природних екосистем; 2) дефорестація – вируб лісів для використання деревини або створення сільськогосподарських угідь призводить до втрати біорізноманіття та призводить до зміни клімату; 3) забруднення довкілля – викиди шкідливих речовин у повітря та воду можуть спричинити негативний вплив на здоров'я людей та екосистеми; 4) депресія – хворобливий стан пригніченості, відчаю, пов'язаний з реакцією організму на певну життєву ситуацію, а іноді може виникати внаслідок різких змін навколишнього середовища та підвищення його забруднення. Для подолання подібних проблем важливо впроваджувати екологічно чисті технології, зменшувати використання шкідливих речовин, пропагувати відновлювані джерела енергії та підтримувати сталий розвиток.

Основна частина. Екологічна проблема – це зміна природного середовища, в результаті антропогенних дій, що веде до порушення структури і функціонування природних систем, призводить до негативних соціальних, економічних та інших наслідків. З 2012 по 2024 роки в Україні спостерігалися різні зміни в екологічних проблемах країни (рис.1).

2012	2021	2022-2024
– неякісна вода – забруднення повітря – деградація земельних ресурсів – знищення лісів – небезпечні геологічні процеси – побутові відходи – об'єкти військової діяльності – наслідки Чорнобильської катастрофи	– забруднення водойм та дефіцит питної води – зростання кількості побутових та промислових відходів – забруднення атмосферного повітря	– забруднення повітря, води та ґрунту внаслідок ракетних обстрілів, масштабних пожеж на об'єктах критичної інфраструктури, нафтосклади та хімічних заводів – зменшення біорізноманіття

Рис. 1. Екологічні проблеми України [9]

Наприклад, збільшення кількості транспортних засобів призвело до зростання забруднення повітря в містах. Також були виявлені випадки незаконного вирубу лісів і забруднення водойм, що негативно впливає на екологію річок та озер.

Аналізуючи викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря у період 2019 – 2021 рр., варто зазначити, що їх більшість зменшувалася при зростанні ВВП країни. Якщо взяти до уваги, наприклад, 2005 та 2010 роки, при високому ВВП викиди були значно вищими (табл. 1).

Таблиця 1

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря України*

	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020	2021
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Викиди основних забруднюючих речовин на одну особу								
<i>Населення країни, млн. осіб</i>	51,5	49,2	47,1	45,9	42,8	42,0	41,7	41,4
Діоксин сірки (SO ₂), кг	31,8	20,0	24,1	26,9	20,0	16,6	14,8	14,4
Діоксид азоту (NO ₂), кг	10,3	9,0	11,1	13,2	10,6	9,1	8,2	8,2
Аміак (NH ₃), кг	0,2	0,2	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
Неметанові леткі органічні сполуки, кг			2,0	7,8	5,3	4,9	4,4	4,7
Оксид вуглецю (CO), кг	56,4	56,4	63,2	64,3	46,1	47,7	43,0	45,1
Загальний обсяг ЗЧ (ЗЧЧ), кг	19,7	14,8	15,7	13,0	8,8	8,0	6,6	7,0
Викиди основних забруднюючих речовин на одиницю площі (км²)								
<i>Площа країни, тис. км²</i>	603,5							
Діоксин сірки (SO ₂), т	2,7	1,6	1,9	2,0	1,5	1,2	1,0	1,0
Діоксид азоту (NO ₂), т	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	0,6	0,6	0,6
Аміак (NH ₃), т	0,02	0,01	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Неметанові леткі органічні сполуки, т			0,2	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3
Оксид вуглецю (CO), т	4,8	4,6	4,8	4,9	3,4	3,3	3,0	3,1
Загальний обсяг ЗЧ (ЗЧЧ), т	1,7	1,2	1,2	1,0	0,7	0,6	0,5	0,5
Викиди основних забруднюючих речовин на одиницю ВВП (1000 дол. США)								
<i>ВВП в постійних цінах 2017 року, млрд. дол.</i>	407	369	533	561	481	538	518	535,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Діоксин сірки (SO ₂), кг	4,0	2,7	2,1	2,2	1,8	1,3	1,2	1,1
Діоксид азоту (NO ₂), кг	1,3	1,2	1,0	1,1	0,9	0,7	0,7	0,7
Аміак (NH ₃), кг	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Неметанові леткі органічні сполуки, кг			0,2	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4
Оксид вуглецю (CO), кг	7,1	7,5	5,6	5,3	4,1	3,7	3,5	3,5
Загальний обсяг ЗЧ (ЗЗЧ), кг	2,5	2,0	1,4	1,1	0,8	0,6	0,5	0,5

**Таблицю складено на основі [3]*

Війна в Україні має руйнівний вплив на навколишнє середовище та здоров'я народу України. Незважаючи на виклики, докладаються зусилля для вирішення екологічних проблем, спричинених конфліктом.

З початком війни у 2022 році суттєвої шкоди екосистемам завдають ракетні обстріли, що спричиняють масштабні пожежі на об'єктах критичної інфраструктури, таких як атомні електростанції. Переважна більшість обстрілів припадає на населені пункти та об'єкти промисловості в них.

Під час детонації ракет та артилерійських снарядів утворюється низка хімічних сполук: чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO₂), водяна пара (H₂O), бурий газ (NO), закис азоту (N₂O), діоксид азоту (NO₂), формальдегід (CH₂O), пари ціанистої кислоти (HCN), азот (N₂), а також велика кількість токсичної органіки, окислюються навколишні ґрунти, деревина, дернина, конструкції [8].

Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України активно працює над тим, щоб уся шкода екосистемі була максимально зафіксована та у подальшому компенсована агресором.

На сьогодні застосовуються наступні цифрові платформи та інструменти для надання актуальної й достовірної інформації користувачам:

Екологічний веб – портал «ЕкоСистема» – загальнодержавна екологічна автоматизована інформаційно-аналітична система, інтегрована з порталом «Дія», яка покликана забезпечити доступ до екологічної інформації, а також - ефективна електронна взаємодія між державою, бізнесом та громадою з метою отримання адміністративних послуг у сфері захисту довкілля.

В таблиці 2 наведено короткий перелік реєстрів електронних сервісів «ЕкоСистеми».

Таблиця 2

Реєстри електронних сервісів «ЕкоСистеми»*

Електронні сервіси «ЕкоСистеми»	Реєстри
е - Відходи	-відходів -властивостей, що роблять відходи небезпечними -операцій з видалення відходів -операцій з відновлення відходів
е - Ліс	-отриманих лісорубних квитків -виданих сертифікатів про походження лісоматеріалів та виготовлених з них пиломатеріалів
е - Повітря	-об'єктів, які справляють шкідливий вплив; -установок з моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів
е - Довкілля	-викидів та перенесення забруднювачів
е - СЕО	-стратегічної екологічної оцінки
е - Екоконтроль	-фактів заподіяння шкоди навколишньому природному середовищу внаслідок надзвичайних ситуацій, подій, збройної агресії рф «ЕкоЗагроза»

*Таблицю сформовано на основі [5]

Застосунок «ЕкоЗагроза» призначено для фіксації фактів заподіяння шкоди навколишньому природному середовищу та збору даних про екологічні загрози, спричинені окупантами рф й розробки плану для їхньої подальшої ліквідації. Крім цього додаток інформує користувача про якість повітря та рівень радіаційного забруднення в обраній ним місцевості. Даний інструмент ініційований Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України.

В таблиці 3 наведено інформаційну панель застосунка та обсяги заподіяної шкоди довкіллю внаслідок війни, які фіксуються й оновлюються щодобово. Надзвичайно важливими є інформація про радіаційний стан та інструкції щодо дій в разі хімічної і радіаційної загрози та іншої небезпеки.

Цифрова платформа «Екотрансформація» - сервіс сталих рішень для бізнесу і громад, що формують власну історію сталості та екобезпеки, платформа яка вже містить перевірені рішення від експертів Асоціації професіоналів довкілля РАЕВ.

Даний громадський проєкт має на меті об'єднати бізнес, державу та суспільство задля конкретних дій в сфері промислової екології, спрямованих на забезпечення екобезпеки та майбутнього країни. Це єдина платформа рішень для модернізації, декарбонізації та рекомендованих дій з кліматичної адаптації й надання постійної юридичної вузькопрофільної та експертної підтримки для підприємств і громад [7].

Таблиця 3

Інформаційна панель застосунка «ЕкоЗагроза»

<i>Наслідки від підриву росією греблі Каховської ГЕС</i>	
сума збитків завданих довкіллю, млрд грн	146,4
постраждалих домогосподарств, шт	1144
зменшено об'єм води на площі, куб.км	14,395
<i>Наслідки воєнних дій та вплив на довкілля</i>	
задокументовано фактів працівниками Державної екологічної інспекції, од.	6494
зафіксовано фактів заподіяння шкоди довкіллю внаслідок збройної агресії рф, од.	6494
<i>Завдані збитки у розрізі категорій впливу на довкілля</i>	
Атмосферне повітря, млрд. грн	781,68
Шкода від горіння нафти, млрд. грн	138,68
Викиди в атмосферне повітря, тонн	10 805 607
Площа згорілих об'єктів, м ²	2 025 349
Земельні ресурси, трлн.грн	1,18
Площа засмічених земель, м ²	21 587 794
Водні ресурси, млрд..грн	84,65
<i>Знищена техніка окупанта, шт.</i>	94 370
Відходів, тонн	1 458 032
Викидів в атмосферу, тонн	129 584
<i>Пост контролю радіаційного стану</i>	
<i>Інструкції щодо мінімізації ризиків для населення</i>	

*Таблицю сформовано на основі [4]

SaveEcoBot - єдина в Україні екологічна система, що поєднує дані про забруднення, забруднювачів та інструменти захисту довкілля й орієнтована на 5 цілей сталого розвитку ООН екологічного спрямування:

- 3 – міцне здоров'я і благополуччя;
- 7 – доступна та чиста енергія;
- 11 – сталий розвиток міст та спільнот;
- 13 – пом'якшення наслідків зміни клімату;

15 - захист екосистем суші.

Таким чином, розглянуті цифрові інструменти є цінними в ракурсі фіксації, збору та реєстрів заподіяної шкоди навколишньому середовищу внаслідок господарської діяльності та російської агресії. Президент України Володимир Зеленський у своєму виступі на саміті G20 назвав такі наслідки екоцидом й запропонував створити та реалізувати найближчим часом платформу для оцінки збитків довкіллю від війни [10].

Висновки. Цифровізація може мати значний вплив на досягнення екологічних цілей сталого розвитку України навіть в умовах війни.

Так як цифрові інструменти дозволяють здійснювати моніторинг стану довкілля та виявляти зони забруднення - є можливість розробляти ефективні стратегії їх очищення. Зокрема, за допомогою сучасних технологій можливо відслідковувати та ліквідовувати викиди в реальному часі.

Завдяки використанню цифрових технологій можливо зменшити рівень викидів шкідливих речовин у повітря та воду шляхом оптимізації виробництва, використання відновлюваних джерел енергії та впровадження енергоефективних технологій.

Крім того, цифрова трансформація сприяє розвитку електронного документообігу, а відтак, зменшенню використання паперу та інших матеріалів.

Загалом, поняття «екотрансформація» відображає позитивне ставлення до довкілля та розвитку суспільства, що має на меті забезпечення балансу між потребами людини та збереженням природних ресурсів для майбутніх поколінь.

В результаті дослідження потенціалу цифрової екотрансформації, можна стверджувати, що "екотрансформація" – це процес перетворень у сфері екології, що спрямовуються на забезпечення цілей сталого розвитку та майбутнього країни завдяки цифровим інструментам. Надзвичайно важливо розвивати цифрові технології з урахуванням екологічних аспектів, щоб досягти ефективного використання ресурсів та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Список використаних джерел:

1. Берестецька О. М. Організація розширеної відповідальності виробника-крок до нової економічної моделі замкнутого циклу. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції учених та студентів *«Цифрова економіка як фактор інновацій та сталого розвитку суспільства»*. 2023. С. 190-191.

2. Бречко О., Кривокульська Н. Вплив цифрової трансформації на досягнення екологічних цілей сталого розвитку України. *Modeling the development of the economic systems*. 2023, (4). С. 201-209. URL: <https://doi.org/10.31891/mdes/2023-10-28> (дата звернення 11.10.2024).
3. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення 12.10.2024).
4. ЕкоЗагроза. Офіційний ресурс Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://ecozagroza.gov.ua> (дата звернення 12.10.2024).
5. ЕкоСистема: національна онлайн - платформа, яка містить актуальну інформацію про стан довкілля. URL: <https://eco.gov.ua> (дата звернення 13.10.2024).
6. 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.
7. Офіс сталих рішень. URL: <https://ukraine-oss.com/ekotransformacziya-ukrayiny-hroniky-zelenyh-zmin/> (дата звернення 15.10.2024).
8. Природа та війна: як військове вторгнення росії впливає на довкілля України. URL: <http://ecoprostir.com/2022/04/21/pryroda-ta-vijna-yak-vijskove-vtorgnennya-rosiyi-vplyvaye-na-dovkillya-ukrayiny/> (дата звернення 19.10.2024)
9. ТОП-8 екологічних проблем України. URL: <https://www.ecoburougcc.org.ua/index.php/ekolohichni-novyny/363-top-8-ekologichnih-problem-ukrayini> (дата звернення 21.10.2024)
10. Формула миру: Зеленський назвав 10 умов припинення війни в Україні. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-politics/3614525-formula-miru-zelenskij-nazvav-10-umov-pripinenna-vijni-v-ukraini.html> (дата звернення 22.10.2024).