

ЕКОЛОГІЧНА ДИСФУНКЦІЯ ЦИФРОВОЇ ЕКОСИСТЕМИ В УМОВАХ РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: ЕКОСИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ

Муха Р.Б., Гнєзділова В.І.

Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
вул. Галицька, 201Б, 76018, м. Івано-Франківськ
roman.mukha@pnu.edu.ua, viktoria.gniedzilova@pnu.edu.ua

У науковій статті проведено міждисциплінарний аналіз сучасної цифрової інфраструктури, яка інтерпретується авторами як принципово нове, соціо-техно-біологічне життєве середовище людства. У роботі обґрунтовано, що ця цифрова екосистема функціонує за фундаментальними законами та закономірностями, що є цілком аналогічними до процесів у природних екосистемах. Досліджено гостру системну кризу та дестабілізацію цифрового простору, які викликані стрімким розвитком технологій генеративного штучного інтелекту (ШІ) та неконтрольованим, лавиноподібним зростанням обсягів інформаційних потоків.

Автори пропонують відійти від традиційного психологічного чи соціологічного трактування проблеми інформаційного перевантаження. Замість аналізу суб'єктивного стресу окремих індивідів, у статті застосовано екосистемний підхід. За такого підходу масове когнітивне виснаження людей, організацій та суспільних інститутів розглядається не як ізольоване відхилення, а як ключовий екологічний індикатор порушення загального гомеостазу (рівноваги) та стійкості усієї цифрової системи.

Центральним теоретичним внеском дослідження є розробка та введення в науковий обіг концепції «інформаційної евтрофікації», сформульованої за прямою аналогією з екологічним процесом евтрофікації природних водойм.

У статті вивчено конкретні екологічні механізми деградації інформаційного простору. Серед них виділено: прогресуюче зниження співвідношення сигнал/шум; глибоке порушення природних контурів саморегуляції системи; втрату інформаційного біорізноманіття через роботу рекомендаційних алгоритмів персоналізації, які замикають користувачів у монокультурних «інформаційних бульбашках».

На основі отриманих результатів, спираючись на концепцію планетарних меж, обґрунтовано концептуальну рамку системного екологічного регулювання цифрового простору. Авторами розроблено комплексну тривірневу стратегію відновлення стійкості, що охоплює індивідуальний (розвиток когнітивної екологічної культури та повільного читання), організаційний (управління інформаційними квотами, захист зон для аналітичної праці) та державний рівні. *Ключові слова:* цифрова екосистема, інформаційна евтрофікація, екологічна дисфункція, інформаційний гомеостаз, штучний інтелект, інформаційне перевантаження, екологія цифрового середовища.

Ecological dysfunction of the digital ecosystem under the development of artificial intelligence: an ecosystem approach to the analysis of information overload. Mukha R., Gniedzilova V.

The article provides a comprehensive interdisciplinary analysis of modern digital infrastructure, interpreted as a fundamentally new, socio-techno-biological living environment of humanity. It is substantiated in this work that this digital ecosystem functions according to fundamental laws and patterns entirely analogous to processes in natural ecosystems. The article examines the acute systemic crisis and destabilization of the digital space caused by the rapid development of generative artificial intelligence (AI) technologies and the uncontrolled, avalanche-like growth of information flows.

The article proposes a departure from traditional psychological or sociological interpretations of the information overload problem. Instead of analyzing the subjective stress of individuals, an ecosystem approach is applied. Within this framework, the mass cognitive exhaustion of individuals, organizations, and social institutions is viewed not as an isolated anomaly, but as a key ecological indicator of a disruption in the overall homeostasis (equilibrium) and resilience of the entire digital system.

The central theoretical contribution of the research is the development and introduction of the concept of «information eutrophication» formulated by direct analogy with the ecological process of eutrophication in natural bodies of water.

The article examines specific ecological mechanisms of digital space degradation. Among them, a progressive decrease in the signal-to-noise ratio; a profound disruption of the system's natural self-regulation loops; and a loss of informational biodiversity due to the operation of personalized recommendation algorithms that confine users within monocultural «information bubbles».

Based on the findings, and drawing upon the planetary boundaries framework, the conceptual framework for the systemic ecological regulation of the digital space is substantiated. A comprehensive three-tiered resilience restoration strategy has been developed, spanning the individual level (development of cognitive ecological culture and slow reading), the organizational level (management of information quotas, protection of zones for analytical work), and the state level. *Key words:* digital ecosystem, informational eutrophication, ecological dysfunction, informational homeostasis, artificial intelligence, information overload, digital environment ecology.



Постановка проблеми

Сучасна цифрова інфраструктура формує якісно нове середовище існування людини – *цифрову екосистему*, у якій відбувається безперервний обмін інформаційними потоками між мільярдами агентів: людьми, алгоритмами, платформами та системами штучного інтелекту (ШІ). Подібно до природних екосистем, ця система потребує рівноваги між виробництвом і споживанням ресурсів, підтримання різноманіття елементів і механізмів саморегуляції. Однак стрімкий розвиток генеративного ШІ порушує цю рівновагу, генеруючи безпрецедентні обсяги синтетичного контенту і провокуючи системну екологічну дисфункцію цифрової екосистеми.

Традиційний аналіз цієї проблеми здійснювався переважно у термінах когнітивної психології та соціології: дослідники описували суб'єктивне перевантаження індивідів, їхній технологічний стрес, атрофію мислення [10, 4, 12]. Попри безсумнівну цінність таких підходів, вони залишають поза увагою системний вимір явища: цифрова екосистема деградує незалежно від того, чи відчуває конкретний індивід перевантаження. Руйнуються структурні умови для якісної інформаційної взаємодії – так само, як евтрофікація озера руйнує умови для існування риби ще до того, як це стає помітно окремому спостерігачеві.

Справжня новизна ситуації полягає саме в системному характері кризи. Генеративний ШІ виступає *екологічним інвазивним видом* у цифровому середовищі: він масово витісняє верифікований людський контент, монополізує канали уваги та порушує природні цикли інформаційного обміну. Це явище потребує концептуального апарату екології систем, а не лише психологічного чи соціологічного аналізу. Дана стаття пропонує саме такий – екосистемний підхід.

Актуальність теми

Актуальність екосистемного підходу зумовлена кількома взаємопов'язаними тенденціями. По-перше, темпи генерації синтетичного контенту за допомогою ШІ вже перевищили здатність людських інституцій верифікувати інформацію, що призводить до прогресуючої деградації інформаційного середовища [7]. По-друге, алгоритмічна персоналізація формує монокультурні інформаційні ніші, знищуючи інформаційне біорізноманіття – різноманітність перспектив, джерел і когнітивних практик, необхідних для здорового суспільного дискурсу [8]. По-третє, концентрація алгоритмічної влади у руках обмеженої кількості платформ порушує розподілений характер екосистеми та знижує її стійкість до зовнішніх збурень.

Класична теорія когнітивного навантаження Дж. Свеллера [10] описувала обмеження робочої пам'яті окремої людини. Сьогодні ці обмеження стають релевантними для цілих соціальних систем, що є принципово новою ситуацією. Теорія стійко-

сті екосистем розроблена К. Голлінгом [5], та концепція планетарних меж [9] пропонують аналітичні інструменти для опису порогових станів, після яких система втрачає здатність до відновлення. Ця стаття розширює зазначені концепції на цифрове середовище, обґрунтовуючи поняття *екологічних меж когнітивного навантаження* – порогових значень інформаційного потоку, перевищення яких призводить до незворотної деградації цифрової екосистеми.

У контексті України, де інформаційна екосистема зазнає одночасно гібридних загроз і стрімкої цифровізації, розуміння екологічних механізмів її деградації набуває безпосереднього практичного значення для національної стійкості.

Наукова новизна дослідження полягає у наступному:

- вперше запропоновано екологічну модель цифрової інформаційної системи як соціо-техно-біологічної екосистеми, що функціонує за закономірностями, аналогічними природним екосистемам;
- введено поняття інформаційної евтрофікації як центрального механізму деградації цифрової екосистеми в умовах масової генерації синтетичного контенту;
- обґрунтовано необхідність встановлення екологічних меж когнітивного навантаження як порогових значень стійкості цифрової екосистеми;
- запропоновано реінтерпретацію когнітивного перевантаження як індикатора екологічної дисфункції, а не як самостійного центрального явища;
- розроблено тривірневу стратегію відновлення стійкості цифрової екосистеми, що охоплює індивідуальний, організаційний і державний рівні.

Теоретичні основи: цифрова екосистема як аналітична категорія

Поняття цифрової екосистеми

Поняття *цифрової екосистеми* використовувалося раніше переважно в економічному або соціальному контекстах. У цій роботі ми надаємо йому екологічного змісту, визначаючи цифрову екосистему як *складну соціо-техно-біологічну систему, в якій людські агенти, алгоритмічні системи та інформаційні потоки перебувають у стосунках взаємозалежності, конкуренції за ресурси уваги та коеволюції*. Подібно до природних екосистем, вона характеризується: (а) потоками ресурсів (інформація як аналог енергії); (б) трофічними рівнями (виробники контенту, посередники-алгоритми, споживачі-користувачі); (в) механізмами саморегуляції; (г) межами стійкості, перевищення яких веде до колапсу.

Центральним ресурсом цифрової екосистеми є людська увага – кінцевий і невідновлюваний ресурс, за який конкурують усі елементи системи. Алгоритмічні платформи оптимізовані під максимальне захоплення цього ресурсу, що аналогічне хижацькій стратегії в природному середовищі. Коли хижаки домінують над системою, екосистема деградує.

Від когнітивного перевантаження до екологічної дисфункції

Когнітивне перевантаження індивідів є видимим симптомом, але не причиною системної кризи. Причина – порушення інформаційного гомеостазу: здатності цифрової екосистеми підтримувати баланс між виробництвом і споживанням інформаційних ресурсів, між різноманіттям і стабільністю, між новизною і перевіреністю.

С. Лахлу [7] описує суспільне когнітивне перевантаження як системну кризу трьох доменів: інформаційного, морального і системного. Ми пропонуємо реінтерпретувати ці домени в екологічних термінах: інформаційний домен відповідає *забрудненню інформаційного середовища*; моральний – *деградації нормативних екосистемних послуг*; системний – *коллапсу механізмів саморегуляції*. Таке переформулювання дозволяє застосувати до аналізу цифрового середовища весь арсенал теорії стійкості екосистем.

Екологічна модель цифрової екосистеми: ключові категорії

Таблиця екологічних відповідників

Для операціоналізації екосистемного підходу пропонується наступна система відповідностей між класичними екологічними категоріями та елементами цифрового середовища (табл. 1).

Інформаційна евтрофікація як центральний процес деградації

Ключовим теоретичним внеском цієї роботи є введення поняття *інформаційної евтрофікації* (за аналогією з евтрофікацією водойм). В екології евтрофікація – це надмірне збагачення водойми поживними речовинами, що призводить до вибухового розростання водоростей, виснаження кисню та загибелі більшості організмів екосистеми [1]. У цифровому середовищі аналогічний процес відбувається внаслідок масового генерування низькоякісного або синтетичного контенту за допомогою ШІ.

Інформаційна евтрофікація характеризується такими стадіями: (1) різке зростання обсягів контенту (переважно низькоякісного або синтетичного); (2) «зацвітання» алгоритмічно оптимізованого контенту, що монополізує канали уваги; (3) витіснення

якісного верифікованого контенту на периферію системи; (4) виснаження когнітивних ресурсів користувачів, аналогічне виснаженню кисню; (5) деградація екосистемних послуг – здатності системи забезпечувати якісну інформаційну взаємодію.

Генеративний ШІ радикально прискорює цей процес. Якщо раніше обсяг виробленого контенту обмежувався людськими ресурсами (часом, увагою, знаннями), то тепер ці обмеження фактично зняті. Система отримує нескінченний потік згенерованого контенту («поживних речовин»), який вона не здатна переробити.

Втрата інформаційного біорізноманіття

В екології біорізноманіття є ключовим показником здоров'я екосистеми і основою її стійкості. У цифровому середовищі аналогом є *інформаційне біорізноманіття*: різноманітність джерел інформації (новинні сайти, наукові видання, незалежні блоги, усна традиція), кутів зору на одну й ту саму подію чи проблему, форматів її подачі (текст, аудіо, відео, інфографіка) та способів, якими люди цю інформацію опрацьовують – читають використовуючи критичне мислення, обговорюють, перевіряють першоджерела. Алгоритмічна персоналізація систематично знищує це різноманіття, формуючи монокультурні «інформаційні бульбашки» [8] – аналог монокультурного сільського господарства, яке максимально вразливе до зовнішніх збурень.

Домінування обмеженої кількості алгоритмічних платформ є аналогом домінування одного виду в екосистемі. Таке домінування порушує природні цикли інформаційного обміну, пригнічує традиційні способи обробки інформації людиною, такі як критичне мислення і перевірка першоджерел створює системну вразливість: якщо алгоритм помиляється або зазнає зовнішнього впливу (наприклад, в умовах інформаційної війни) – вся екосистема виявляється дестабілізованою.

Механізми екологічної дестабілізації цифрової екосистеми

1. Зниження співвідношення сигнал/шум

Найбільш фундаментальним механізмом деградації є прогресуюче зниження співвідношення між

Таблиця 1

Екологічні категорії та їх відповідники у цифровій екосистемі

Екологічна категорія	Відповідник у цифровій екосистемі
Забруднювачі	Фейки, спам, AI-синтетичний контент
Ресурси	Увага користувача, когнітивна ємність
Трофічні рівні	Користувачі → алгоритми → платформи
Інвазивні види	Генеративний AI-контент, боти
Евтрофікація	Перенасичення інформацією, зниження сигнал/шум
Екосистемні послуги	Якісна, верифікована інформація
Біорізноманіття	Різноманітність джерел і когнітивних практик
Домінуючий вид	Алгоритмічні рекомендаційні системи

сигналом (достовірною, релевантною інформацією) та шумом (нерелевантним, маніпулятивним або синтетичним контентом). Генеративний ШІ є основним «виробником шуму» в сучасній цифровій екосистемі, оскільки здатен генерувати правдоподібний, але семантично порожній або неточний контент у необмежених обсягах.

Зниження співвідношення сигнал/шум рівнозначне отруєнню природного середовища: організми витрачають дедалі більше ресурсів на фільтрацію шкідливих речовин і дедалі менше – на продуктивну взаємодію з середовищем. У системі, де більша частина контенту є «шумом», когнітивне виснаження стає неминучим наслідком навіть раціонального інформаційного споживання.

2. Порушення саморегуляції системи

Здорова екосистема має механізми зворотного зв'язку, що запобігають надмірному зростанню будь-якого окремого елемента. У здоровій цифровій екосистемі такими механізмами є: редакційні стандарти, репутаційні системи, фактчекінг, правові норми. Однак швидкість генерації контенту за допомогою ШІ систематично перевищує швидкість роботи цих регуляторних механізмів, що рівнозначне порушенню зворотних зв'язків у природній екосистемі.

Д. Аджемоглу [3] зазначає, що коли люди перекладають пошук та аналіз інформації на системи штучного інтелекту, в них зникає стимул самостійно вчитися, та накопичувати знання. У такий спосіб руйнується сам фундамент на якому створюється якісний науковий, творчий чи інший контент. В нашій інтерпретації – активна експлуатація ШІ контенту руйнує «виробничу базу» екосистемних послуг. Це аналогічно до ситуації, коли *хижацька надексплуатація ресурсів руйнує відтворювальну здатність системи*: у короткостроковій перспективі продуктивність зростає, але довгостроково система деградує.

3. Природний відбір деструктивних когнітивних практик

Алгоритми, оптимізовані під максимізацію залучення уваги аудиторії (engagement), здійснюють систематичний відбір когнітивних практик у бік їх спрощення. Емоційні, шаблонні, стереотипні, очікувані, однозначні повідомлення отримують більший «еволюційний успіх» (охоплення, реакції, поширення), ніж складні, експертні, науково обґрунтовані, критично осмислені. У результаті в інформаційній екосистемі закріплюється «екологічна ніша поверхневості» – середовище, в якому глибоке критичне мислення стає еволюційно не вигідним.

Цей процес є самопідсилюючим: чим більше користувачів адаптується до поверхневого споживання інформації, тим більше алгоритми отримують сигналів для оптимізації контенту в цьому напрямку, тим більше нових агентів соціалізується у вже деградованому середовищі. Маємо класичний «порочний цикл» екологічної деградації.

4. Концентрація алгоритмічної влади як порушення трофічної рівноваги

В екологічно збалансованій системі жоден вид не домінує абсолютно – система підтримує динамічну рівновагу між виробниками, споживачами та деструкторами. Концентрація медіавлади у руках кількох алгоритмічних платформ порушує цю рівновагу: одиниці агентів контролюють потоки ресурсів (уваги) для мільярдів. Це аналогічно до монополізації водних ресурсів у природній екосистемі – всі організми залежать від єдиного джерела, що робить систему критично вразливою.

Непрозорість алгоритмів посилює цю проблему. Якщо в природній екосистемі механізми регуляції еволюційно «вбудовані» і відносно прозорі, то алгоритмічне управління інформаційними потоками є навмисно непрозорим і підпорядкованим комерційним, а не екосистемним інтересам.

Інституційний вимір екологічної дисфункції Деградація екосистемних послуг на рівні соціальних інститутів

В екології «екосистемні послуги» – це функції, які здорова екосистема надає для підтримки життєдіяльності організмів: очищення повітря і води, регуляція клімату, підтримка родючості [2]. У цифровій екосистемі аналогічні послуги включають: забезпечення достовірною інформацією, підтримку якісного суспільного дискурсу, збереження колективного знання, забезпечення умов для раціонального прийняття рішень.

Інформаційна евтрофікація руйнує ці послуги на рівні соціальних інститутів. Організації та державні органи, занурені в деградоване інформаційне середовище, втрачають здатність приймати стратегічні рішення на основі достовірних даних – аналог того, як організми в евтрофованій водоймі втрачають доступ до кисню. Дж. Тейнтер [11] попереджав, що цивілізаційний колапс настає тоді, коли складність систем перевищує здатність інститутів нею управляти. У сучасних умовах ШІ радикально прискорює зростання складності інформаційних систем, не надаючи пропорційних інструментів для управління цією складністю.

Посилення екологічної нерівності

Деградація цифрової екосистеми має нерівномірний вплив на різні групи населення – аналогічно до того, як екологічне забруднення непропорційно вражає найбільш вразливі спільноти. Особи з вищим рівнем цифрової компетентності та когнітивними ресурсами краще орієнтуються в деградованому середовищі і навіть отримують від нього переваги. Натомість соціально вразливі групи – люди похилого віку, діти та підлітки, низько освічені верстви – зазнають найбільшого деструктивного впливу інформаційного «забруднення».

Це явище можна назвати «екологічною когнітивною нерівністю»: доступ до чистого, достовірного, когнітивно збагачувального інформаційного середо-

вища стає привілеєм, а не рівним правом. У такий спосіб деградація цифрової екосистеми відтворює і поглиблює існуючі соціальні нерівності.

Стратегії відновлення стійкості цифрової екосистеми

Індивідуальний рівень: когнітивна екологічна культура

На індивідуальному рівні стратегії адаптації повинні бути осмислені не тільки як «цифрова гігієна» (метафора, що зосереджується на індивідуальному здоров'ї), а як *екологічна культура поведінки* – відповідальне споживання інформаційних ресурсів з урахуванням системних наслідків. Подібно до того, як екологічно відповідальний споживач враховує вплив своїх дій на природне середовище, екологічно відповідальний користувач цифрового середовища усвідомлює, що його інформаційна поведінка впливає на якість спільного інформаційного простору.

Практично це передбачає: свідоме диверсифікування джерел інформації (підтримка інформаційного біорізноманіття), відмову від алгоритмічного делегування критичного мислення, підтримку верифікованих джерел та практику «повільного читання» як протипаги поверхневому кліповому споживанню. Розвиток навичок розпізнавання синтетичного контенту є еквівалентом здатності розпізнавати інвазивні види в природному середовищі.

Організаційний рівень: управління інформаційними потоками як екологічне завдання

Організації повинні розглядати управління інформаційними потоками не лише як технічне або управлінське, але й як екологічне завдання. Це передбачає встановлення «квот» на споживання інформації, аналогічних квотам на споживання природних ресурсів; створення внутрішніх «захищених зон» для глибокого аналітичного мислення, вільних від постійного потоку сповіщень; систематичну верифікацію джерел та критичну оцінку AI-генерованих рекомендацій.

Особливо важливою є інституційна підтримка «повільного мислення» [6] на протипагу автоматичним реакціям. Організації, які зберігають здатність до глибокого аналізу в умовах інформаційної евтрофікації, отримують значну конкурентну перевагу – подібно до організмів, що зберегли здатність вижити в забрудненому середовищі.

Державний рівень: екологічне регулювання цифрового середовища

Найбільш критичним є формування екологічної регуляторної рамки для цифрового середовища на рівні держави. Це передбачає декілька напрямків.

1. Моніторинг стану цифрової екосистеми. Подібно до екологічного моніторингу природного середовища, необхідне систематичне вимірювання «стану здоров'я» інформаційного простору: співвідношення верифікованого і синтетичного контенту, рівня інформаційного біорізноманіття, поширеності дезінформації, показників когнітивного навантаження населення.

2. Встановлення екологічних меж когнітивного навантаження. За аналогією з концепцією планетарних меж [9], необхідне визначення порогових значень – «червоних ліній» у функціонуванні цифрової екосистеми, перевищення яких загрожує незворотною деградацією.

3. Регулювання «виробництва забруднення». Це включає нормування обсягів AI-генерованого контенту в публічному просторі, вимоги маркування синтетичного контенту, обмеження використання маніпулятивних інтерфейсних патернів (темні патерни).

4. Відновлення інформаційного біорізноманіття. Державна підтримка незалежних медіа, академічних видань і некомерційних інформаційних платформ як «охоронюваних зон» для якісного контенту, аналогічна природоохоронним резерватам.

5. Антимонопольне регулювання алгоритмічних платформ. Обмеження концентрації контролю над інформаційними потоками в руках окремих суб'єктів є необхідною умовою відновлення трофічної рівноваги цифрової екосистеми.

Для України інтеграція цих підходів у систему інформаційної безпеки є особливо актуальною з огляду на досвід протидії гібридним інформаційним загрозам. Екологічна деградація цифрового середовища в умовах інформаційної війни набуває характеру прямої загрози національній безпеці.

Висновки

Проведений аналіз дозволяє зробити такі ключові висновки. По-перше, цифрова екосистема є реальною, а не метафоричною системою, що функціонує за закономірностями, які можуть бути описані в термінах екології систем. Її деградація є системним, а не лише індивідуально-психологічним явищем. Когнітивне перевантаження людей і організацій є симптомом цієї деградації, але не її причиною. По-друге, генеративний штучний інтелект виступає екологічним «інвазивним видом» у цифровому середовищі, що прискорює інформаційну евтрофікацію, знищує інформаційне біорізноманіття та порушує механізми саморегуляції системи. Ефективне управління цим явищем потребує системних екологічних регуляторних інструментів. По-третє, відновлення стійкості цифрової екосистеми є необхідною умовою не лише психічного благополуччя населення, але й збереження інституційної спроможності держав і суспільств. Без екологічного оздоровлення цифрового середовища будь-які окремі заходи цифрова грамотність, регулювання ШІ, захист психічного здоров'я – не усуватимуть причину деградації екосистеми. По-четверте, як слушно підкреслює С. Лахлу: «суспільство здатне вчасно помітити й усвідомити смертельні загрози від ШІ лише тоді, коли його інформаційне середовище залишається здоровим» [7]. Якщо простір отруєний фейками та шумом, люди просто не зможуть розгледіти масш-

табну небезпеку. Деградоване середовище продукує хронічну «екзистенційну втому» і паралізує колективну здатність до стратегічного реагування. Формування екологічно здорового цифрового середовища є таким чином передумовою безпечного розвитку штучного інтелекту.

Перспективи подальших досліджень охоплюють: розробку кількісних показників «екологічного здоров'я» цифрового середовища та методик його моніторингу; емпіричне верифікування запропонованої моделі інформаційної евтрофікації через ана-

ліз великих масивів даних; порівняльне дослідження стану цифрових екосистем у різних країнах з урахуванням їхньої регуляторної політики; моделювання порогових станів і визначення конкретних «екологічних меж» когнітивного навантаження.

Україна, з огляду на унікальний досвід функціонування в умовах гібридної інформаційної війни, має значний потенціал для розробки практичних моделей підвищення стійкості цифрової екосистеми, що може стати важливим внеском у міжнародну наукову дискусію з цих питань.

Література

1. Білявський Г. О., Бутченко Л. І. Основи екології : підручник. Київ : Лібра, 2004. 408 с.
2. Мельник Л. Г. Екологічна економіка : підручник. Суми : Університетська книга, 2006. 367 с.
3. Acemoglu D., Kong D., Ozdaglar A. E. *AI, Human Cognition and Knowledge Collapse*. NBER Working Paper No. 34910. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2026. 69 p. DOI: <https://doi.org/10.3386/w34910>
4. Gerlich M. AI Tools in Society: Impacts on Cognitive Offloading and the Future of Critical Thinking. *Societies*. 2025. Vol. 15, No. 1. Article 6. DOI: 10.3390/soc15010006
5. Holling C. S. Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1973. Vol. 4. P. 1–23. URL: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.es.04.110173.000245> (дата звернення: 22.05.2026).
6. Kahneman D. *Thinking, Fast and Slow*. New York : Farrar, Straus and Giroux, 2011. 499 p. DOI: 10.1007/s00362-013-0533-y Sweller J. *Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning*. *Cognitive Science*. 1988. Vol. 12, No. 2. P. 257–285. DOI: 10.1207/S15516709COG1202_4.
7. Lahlou S. *Mitigating Societal Cognitive Overload in the Age of AI*. arXiv preprint. 2025. arXiv:2504.19990. URL: <https://arxiv.org/abs/2504.19990>. (дата звернення: 20.05.2026)
8. Pariser E. *The Filter Bubble: What the Internet Is Hiding from You*. New York: Penguin Press, 2011. 294 p. ISBN:978-1-59420-300-8
9. Rockström J., Steffen W., Noone K. et al. *A Safe Operating Space for Humanity*. *Nature*. 2009. Vol. 461, No. 7263. P. 472–475. URL: https://www.researchgate.net/publication/44160502_A_safe_operating_space_for_humanity (дата звернення: 20.05.2026)
10. Sweller J. *Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning*. *Cognitive Science*. 1988. Vol. 12, No. 2. P. 257–285. DOI: 10.1207/S15516709COG1202_4
11. Tainter J. A. *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. 250 p. URL: https://risk.princeton.edu/img/Historical_Collapse_Resources/Tainter_The_Collapse_of_Complex_Societies_ch_1_2_5_6.pdf (дата звернення: 23.05.2026)
12. Zhang S., et al. Anxiety or engaged? Research on the impact of technostress from artificial intelligence. *Acta Psychologica*. 2025. Vol. 254. Art. 104753. DOI:10.1016/j.actpsy.2025.105442

Дата першого надходження статті до видання: 13.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 28.07.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 31.08.2026