

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ неперервної освіти**

ПОГОДЖЕННЯ
В.о. директора ННІ неперервної освіти

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
В.о. завідувача кафедри
публічного управління,
менеджменту інноваційної
діяльності та дорадництва

_____ **Юлія НЕГОДА**

_____ **Ольга ВИТВИЦЬКА**

« » _____ **2025 р.**

« » _____ **2025 р.**

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему «Цифровізація публічного управління
розвитком природоохоронної сфер»

Спеціальність 281 «Публічне управління та адміністрування»

Освітня програма «Публічне управління та адміністрування»

Орієнтація освітньої програми _____ освітньо-професійна

Гарант освітньої програми
д.е.н., професор

_____ **Олександр ЖЕМОЙДА**

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи
д.держ.упр, доцент

_____ **Оксана ЄВСЮКОВА**

Виконав

_____ **Олександр
КАРАВИЧЕВ**

Київ - 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ неперервної освіти**

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри
публічного управління, менеджменту
інноваційної діяльності та дорадництва

д.е.н., проф. _____ **Ольга ВИТВИЦЬКА**
“ _____ ” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Каравичеву Олександровичу

[прізвище, ім'я, по-батькові]

Спеціальність 281 «Публічне управління та адміністрування»

Освітня програма _____ «Публічне управління та адміністрування»

Орієнтація освітньої програми _____ освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи **«Цифровізація публічного управління розвитком природоохоронної сфери»**

Затверджена наказом ректора НУБіП України № 9 «07» січня від 04.11.2025 р.

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025.10.29

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: нормативно-правові акти, монографічна література, наукові статті вітчизняних та зарубіжних учених з питань публічного управління територіальними громадами.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Концептуальні підходи до цифрової трансформації публічного управління у природоохоронній сфері
2. Інституційно-нормативне забезпечення цифровізації екологічного управління в Україні
3. Європейські та світові практики цифрового екологічного врядування і можливості їх адаптації в Україні

Перелік графічного матеріалу : 10 таблиці, 3 рисунки.

Дата видачі завдання «10» жовтня 2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ **Оксана ЄВСІЮКОВА**

Завдання прийняв до виконання _____ **Олександр КАРАВИЧЕВ**

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота на тему: «Цифровізація публічного управління розвитком природоохоронної сфери» містить вступ, три розділи, висновки, список використаних джерел та додатки. Основна частина роботи викладена на 80 сторінках комп'ютерного тексту, містить 10 таблиць і 3 рисунків. Список використаних джерел включає 85 найменувань. Метою дослідження є комплексний аналіз теоретико-методологічних засад, сучасного стану та практичних аспектів цифровізації публічного управління у природоохоронній сфері України, а також визначення перспективних напрямів удосконалення цифрових інструментів екологічного врядування.

Об'єкт дослідження – цифрова трансформація публічного управління.

Предмет дослідження – цифровізація публічного управління розвитком природоохоронної сфери

Методи дослідження: системний підхід та узагальнення (для формування концептуально-теоретичних основ цифровізації); аналіз нормативно-правових актів; методи порівняльного, структурно-логічного та статистичного аналізу (для оцінки сучасного стану цифрових екологічних сервісів); експертно-аналітичні методи (для формування пропозицій щодо вдосконалення механізмів цифрового управління).

У першому розділі розкрито теоретичні основи цифровізації публічного управління та специфіку її застосування у природоохоронній сфері, окреслено концептуальні моделі цифрового екологічного врядування. У другому розділі досліджено нормативно-правове забезпечення цифровізації, проаналізовано чинні цифрові інструменти екологічного контролю, моніторингу та електронної взаємодії з громадськістю. Третій розділ присвячено визначенню ключових проблем цифрової трансформації екологічного управління та запропоновано комплекс практичних рекомендацій щодо впровадження інноваційних цифрових технологій (ІоТ, супутникового моніторингу, ШІ,

блокчейн, цифрових двійників) в діяльність органів публічної влади. Результати роботи можуть бути використані органами державної влади, місцевого самоврядування, екологічними установами та центрами цифрових сервісів при розробці та реалізації стратегій цифрової трансформації природоохоронної сфери.

Ключові слова: ЦИФРОВІЗАЦІЯ, ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ, ПРИРОДООХОРОННА СФЕРА, ЕКОЛОГІЧНЕ ВРЯДУВАННЯ, ЕЛЕКТРОННІ СЕРВІСИ, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПУБЛІЧНОГО	
УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ	11
1.1. Концептуальні підходи до цифрової трансформації публічного управління у природоохоронній сфері.....	11
1.2. Інституційно-нормативне забезпечення цифровізації екологічного управління в Україні	18
1.3. Європейські та світові практики цифрового екологічного врядування і можливості їх адаптації в Україні	22
Висновки до розділу 1	27
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СТАНУ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ У СИСТЕМІ	
ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПРИРОДООХОРОННОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ	29
2.1. Оцінка сучасного рівня цифрової інфраструктури екологічного управління в Україні.....	29
2.2. Діяльність органів державної влади і місцевого самоврядування у впровадженні цифрових сервісів з екологічних питань.....	32
2.3. Ключові проблеми та бар'єри цифровізації природоохоронної сфери у публічному секторі.....	35
Висновки до розділу 2	38
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ЦИФРОВИХ МЕХАНІЗМІВ ПУБЛІЧНОГО	
УПРАВЛІННЯ ДЛЯ РОЗВИТКУ ПРИРОДООХОРОННОЇ СФЕРИ	39
3.1. Формування ефективної системи електронного екологічного врядування на національному та місцевому рівнях	39
3.2. Інноваційні цифрові інструменти моніторингу довкілля і прийняття управлінських рішень	54
3.3. Розвиток електронної участі громадян у природоохоронному управлінні та партнерство влади, бізнесу і громадськості	60
Висновки до розділу 3	66
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	71

ВСТУП

Актуальність теми. Цифрова трансформація публічного управління становить один із найдинамічніших напрямів модернізації державного апарату у контексті глобальних викликів сучасності та стратегічних євроінтеграційних прагнень України. Природоохоронна сфера потребує особливої уваги через постійне зростання екологічних загроз, значне посилення антропогенного навантаження на довкілля, загострення проблем зміни клімату та нагальну необхідність забезпечення комплексної екологічної безпеки держави в умовах воєнного стану. Інтеграція передових цифрових технологій у систему екологічного управління відкриває принципово нові можливості для суттєвого підвищення ефективності контролю за станом довкілля, кардинальної оптимізації процесів прийняття управлінських рішень та забезпечення максимальної транспарентності діяльності природоохоронних органів на всіх рівнях влади.

Процеси активної цифровізації в екологічній сфері набули особливої актуальності та стратегічного значення після створення Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України

Станом на 2025 рік Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (Міндовкілля) вже не існує як окремий орган.

21 липня 2025 року Кабінет Міністрів України ухвалив рішення про його ліквідацію та об'єднання з Міністерством аграрної політики і Міністерством економіки. На базі цих трьох відомств створено нове Міністерство економіки, довкілля та сільського господарства України, яке стало правонаступником майна, прав і обов'язків ліквідованих міністерств і запуску масштабної Єдиної екологічної платформи «ЕкоСистема» у 2021 році, яка ознаменувала початок нової ери електронного екологічного врядування в державі. Водночас воєнний стан, спричинений повномасштабною збройною агресією російської федерації проти України, поставив перед системою екологічного управління безпрецедентні додаткові виклики надзвичайної складності, пов'язані з документуванням масштабних екологічних злочинів окупанта, постійним моніторингом критичного забруднення довкілля внаслідок бойових дій, оцінкою екологічних наслідків руйнування промислових об'єктів та інфраструктури, а також забезпеченням

екологічної безпеки цивільного населення у прифронтових регіонах та тимчасово окупованих територіях.

Теоретико-методологічні засади фундаментальних процесів цифровізації публічного управління ґрунтовно досліджували провідні українські науковці В. Куйбіда, О. Карпенко, В. Наместник, С. Квітка, Н. Новіченко, Н. Гусаревич, Н. Піскоха, О. Бардах, Г. Демошенко, І. Сурай, О. Берназюк, М. Лахижа, В. Саприкін, В. Сиробін, Ю. Пігарєв, Н. Костенюк, С. Серьогін, які системно обґрунтували концептуальні підходи до комплексного впровадження цифрових технологій у різноманітні сфери державного управління та створили потужну наукову базу для подальшого розвитку електронного урядування в Україні [1; 2; 3; 4; 5]. Питання специфіки екологічного управління та формування державної природоохоронної політики ретельно розглядали Н. Атаманова, І. Луначенко, Ю. Кальниш, О. Іваній, О. Семилетов, І. Ніколіна, Н. Сідоренко, О. Савченко, які внесли вагомий внесок у розвиток теорії публічного управління природоохоронною діяльністю [6; 7; 8; 9]. Проте проблематика цифрової трансформації саме природоохоронної сфери, інтеграції інноваційних інформаційно-комунікаційних технологій у систему екологічного моніторингу та контролю залишається недостатньо дослідженою у вітчизняній науці про публічне управління та адміністрування, що зумовлює актуальність обраної теми дисертаційного дослідження.

Міжнародний та європейський досвід цифрового екологічного врядування всебічно представлений у фундаментальних дослідженнях провідних зарубіжних учених Н. Хауг, С. Дан, І. Мергель, С. Джонс, З. Ірані, У. Сіварадж, П. Лав, М. Кассен, Р. Тассабежджі, Р. Хекні, А. Попович, Д. Шульц, Дж. Невіг, М. Тоотс, які комплексно аналізували процеси впровадження передових інформаційно-комунікаційних технологій у системі екологічного моніторингу, цифровізації природоохоронного контролю та електронного управління природними ресурсами у країнах Європейського Союзу та світу [10; 11; 12; 13; 14]. Водночас адаптація найкращих світових практик цифрового екологічного врядування до специфічних українських реалій об'єктивно потребує додаткового глибокого наукового обґрунтування з обов'язковим урахуванням особливостей національної системи публічного управління природоохоронною діяльністю, рівня розвитку цифрової

інфраструктури, наявних фінансових та людських ресурсів, а також викликів воєнного стану.

Мета дослідження – комплексне наукове обґрунтування теоретико-методологічних засад та розроблення практичних рекомендацій щодо цифровізації публічного управління розвитком природоохоронної сфери в Україні.

Завдання дослідження:

1. вивчити концептуальні підходи до цифрової трансформації публічного управління у природоохоронній сфері;
2. розкрити інституційно-нормативне забезпечення цифровізації екологічного управління;
3. систематизувати європейські та світові практики цифрового екологічного врядування;
4. проаналізувати сучасний рівень цифрової інфраструктури екологічного управління;
5. розробити рекомендації щодо інноваційних цифрових інструментів;

Об'єкт дослідження – цифрова трансформація публічного управління.

Предмет дослідження – цифровізація публічного управління розвитком природоохоронної сфери.

Методи дослідження: Системний підхід - я застосував системний підхід для розгляду природоохоронної сфери як цілісної системи, що включає органи публічної влади, цифрові платформи, нормативно-правові механізми, екологічні реєстри та інструменти контролю. Структурно-функціональний аналіз. Структурно - функціональний аналіз - за допомогою цього методу я проаналізував функціональні особливості органів влади, які відповідають за природоохоронну діяльність, а також визначив, як цифрові сервіси та електронні інструменти впливають на якість виконання їхніх функцій. Порівняльний метод - я використав порівняльний метод для співставлення вітчизняних результатів цифровізації з практиками країн ЄС. Це допомогло мені визначити відповідність України міжнародним підходам, а також виокремити інструменти, які можуть бути адаптовані у нашій природоохоронній сфері. Порівняння також охоплювало різні моделі екологічного контролю та державного цифрового сервісного забезпечення. Статистичний аналіз - у роботі я опрацював

офіційні статистичні дані, результати діяльності природоохоронних органів, показники функціонування електронних сервісів та динаміку екологічних порушень. Статистичний аналіз дав можливість виявити тенденції, оцінити результативність цифрових інструментів та підтвердити обґрунтованість запропонованих рекомендацій. Аналіз документів - Цей метод використано для детального дослідження законодавчих актів, стратегій цифрового розвитку, екологічних програм, рішень органів влади та офіційних звітів. Завдяки аналізу документів мені вдалося сформулювати чітке нормативне підґрунтя дослідження, визначити існуючі проблеми у правовому забезпеченні цифровізації та обґрунтувати необхідність подальших реформ.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

1.1. Концептуальні підходи до цифрової трансформації публічного управління у природоохоронній сфері.

Цифрова трансформація публічного управління являє собою надзвичайно складний багатовимірний комплексний процес фундаментальної докорінної зміни усталених організаційних структур державного апарату, традиційних управлінських процедур та звичних механізмів взаємодії між інститутами держави і громадянським суспільством на основі масштабного системного впровадження новітніх інформаційно-комунікаційних технологій, штучного інтелекту, великих даних, інтернету речей та блокчейн-рішень у всі без винятку сфери діяльності органів публічної влади. У специфічному контексті природоохоронної сфери цифровізація набуває принципово особливого стратегічного значення через унікальну специфіку екологічного управління, яке об'єктивно потребує безперервного оперативного збору надійних даних, ефективної автоматизованої обробки та глибокого інтелектуального аналізу величезних масивів різноманітної інформації про динамічний стан компонентів довкілля, своєчасного адекватного реагування на потенційні та реальні екологічні загрози різного характеру та масштабу, а також максимального забезпечення абсолютної прозорості та відкритості процесів прийняття управлінських рішень щодо раціонального використання обмежених природних ресурсів держави [1; 3; 16].

Концептуальні теоретичні основи цифровізації публічного управління ґрунтуються на фундаментальних принципах електронного урядування та цифрового врядування, запропонованих та всебічно обґрунтованих провідними дослідниками галузі публічного управління. В. Куйбіда, О. Карпенко та В. Наместник у своїх наукових працях визначають цифрове врядування як принципово нову прогресивну систему державного управління, що базується на всебічному використанні передових цифрових технологій для створення якісно нової додаткової вартості в державному секторі економіки, приватному бізнесі та суспільстві загалом, забезпечуючи синергетичний ефект від інтеграції технологічних, організаційних та соціальних інновацій [1]. Дослідники особливо наголошують на принципових концептуальних відмінностях між поняттями

електронного управління, цифрового управління та розумного управління, підкреслюючи еволюційний поступальний характер трансформаційних процесів у публічному секторі та необхідність послідовного проходження всіх етапів цифрової зрілості організацій [2].

Вітчизняний дослідник О. Берназюк - це український науковець у сфері державного та публічного управління. У своїх наукових працях, присвячених проблематиці цифрової трансформації публічного управління, зокрема у дослідженні *«Цифрова трансформація публічного управління: теоретико-методологічні засади та прикладні аспекти»*, детально обґрунтовує критичну необхідність чіткого термінологічного розмежування понять «цифровізація», «діджиталізація» та «цифрова трансформація» у сфері публічного управління, включно з природоохоронною діяльністю.

Науковець аргументовано наголошує, що:

- цифровізація у вузькому розумінні означає технічне перетворення аналогової інформації та паперових документів у цифровий формат;
- діджиталізація передбачає системне впровадження цифрових технологій у бізнес-процеси, управлінські процедури та операційну діяльність органів влади;
- цифрова трансформація охоплює глибинну зміну моделей функціонування публічної адміністрації, форматів надання публічних послуг та способів реалізації ключових управлінських функцій держави.

У контексті природоохоронної сфери ця класифікація є особливо важливою, оскільки демонструє, що цифровий розвиток має базуватися не лише на впровадженні окремих електронних інструментів, а на поступовому формуванні цілісної інтегрованої екосистеми електронного екологічного врядування, здатної забезпечити прозорість, оперативність та підзвітність у сфері управління природними ресурсами.

Українська науковиця І. Сурай у сфері публічного управління, одна з провідних дослідниць цифрової трансформації державного сектору здійснила ґрунтовний семантичний аналіз складного поняття «цифрова трансформація публічного управління» та запропонувала авторське визначення його як надзвичайно комплексного багатоаспектного процесу глибокої системної модернізації всієї системи державного управління шляхом органічної інтеграції

передових цифрових технологій у абсолютно всі сфери різноманітної діяльності органів публічної влади з чіткою стратегічною метою суттєвого підвищення загальної ефективності та якості надання публічних послуг населенню, всебічного забезпечення максимальної прозорості та підзвітності управлінських процесів і створення принципово нових інноваційних форм партнерської взаємодії держави з громадянами, бізнес-структурами та інститутами громадянського суспільства [3]. Дослідниця особливо підкреслює багатовимірність та системність цифрової трансформації, яка одночасно охоплює технологічний, організаційний, управлінський, правовий та соціально-культурний виміри функціонування публічного сектору.

Експерт та дослідник цифрової трансформації В. Саприкін у своєму комплексному дослідженні детально розрізняє базові поняття «оцифрування», «цифровізація» та «цифрова трансформація» публічного управління в Україні, обґрунтовано наголошуючи на логічній послідовності та взаємозв'язку етапів поступового впровадження цифрових технологій у діяльність органів державної влади [4]. Оцифрування на першому базовому етапі передбачає технічну конвертацію паперових документів та аналогової інформації з фізичної форми в електронну цифрову, цифровізація на другому етапі охоплює автоматизацію окремих локальних процесів та специфічних функцій організації, тоді як цифрова трансформація на третьому найвищому етапі означає фундаментальну системну зміну базової моделі функціонування органів публічної влади на основі цифрових платформ та екосистем.

Українськи дослідники С. Квітка, В. Корсун та Ю. Магіляс сфері цифрової трансформації, електронного урядування та публічного управління, у спільному науковому дослідженні «Цифрова трансформація публічного управління в Україні: пріоритети, виклики та перспективи» визначають пріоритетні перспективні напрями системної цифрової трансформації публічного управління, акцентуючи особливу увагу на критичній необхідності створення потужних інтегрованих інформаційних платформ для комплексного моніторингу та глибокого аналітичного аналізу різноманітних соціально-економічних та екологічних процесів у суспільстві [16]. У специфічному контексті природоохоронної сфери така інтеграція різноманітних даних з численних джерел дозволяє формувати цілісне комплексне уявлення про реальну

екологічну ситуацію на всій території держави та приймати науково обґрунтовані управлінські рішення на основі достовірних актуальних даних.

Доктор наук з державного управління М. Лахижа комплексно аналізує цифровізацію в Україні крізь призму концептуальних теоретичних підходів, практичних проблем впровадження та стратегічних перспектив розвитку, виокремлюючи ключові завдання публічного управління у забезпеченні успішної цифрової трансформації економіки і суспільства [17]. Дослідник у своїй роботі «Цифровізація як ключовий чинник трансформації публічного управління: теоретичні засади, виклики та перспективи розвитку» наголошує, що цифровізація природоохоронної сфери має здійснюватися виключно системно та комплексно, обов'язково охоплюючи абсолютно всі рівні багаторівневої системи екологічного управління – національний, регіональний, місцевий та локальний рівні територіальних громад.

Український дослідник В. Сиробгін у роботі «Цифровізація як інструмент забезпечення прозорості та підзвітності публічної влади» (2020–2022 рр., опубліковано у фаховому журналі з державного управління) детально розкриває глибинну сутність та специфічні особливості процесів цифровізації в публічному управлінні, обґрунтовано підкреслюючи визначальну роль передових цифрових технологій у всебічному забезпеченні максимальної транспарентності діяльності органів влади, активній протидії корупції на всіх рівнях та суттєвому підвищенні якості надання публічних послуг населенню [18]. У природоохоронній сфері забезпечення абсолютної відкритості та доступності інформації про реальний стан довкілля, оперативне оприлюднення результатів екологічних перевірок промислових підприємств та максимальна прозорість видачі дозволів на викиди набуває особливого стратегічного значення через потенційний прямий вплив екологічних ризиків на здоров'я громадян та загальну якість життя населення.

Український науковець у сфері публічного управління та цифрових трансформацій Ю. Пігарев та дослідниця у сфері публічного адміністрування, цифрових змін у державі та розвитку цифрових компетентностей Н. Костенюк у своїй роботі «Цифрова трансформація як основа розвитку публічного управління та адміністрування» науково обґрунтовують визначальну роль цифровізації публічного управління як потужного стратегічного фактора та каталізатора комплексної

цифрової трансформації України в цілому, наголошуючи на критичній необхідності системного комплексного підходу до масштабного впровадження цифрових технологій у різноманітні сектори державного управління, обов'язково включаючи надзвичайно важливу природоохоронну сферу [19]. Інтеграція екологічної інформації з іншими державними даними створює потужний синергетичний ефект для прийняття виважених управлінських рішень.

Українська дослідниця І. Ніколіна у сфері публічного управління, цифрової трансформації державного сектору здійснила комплексний аналіз актуального тренду цифрової трансформації публічного управління та адміністрування в Україні, виявивши ключові драйвери та суттєві бар'єри впровадження цифрових технологій у державному секторі [9]. Дослідниця обґрунтовано підкреслює, що природоохоронна сфера характеризується надзвичайно високим потенціалом цифровізації через об'єктивну необхідність оперативного безперервного моніторингу екологічних параметрів та унікальні можливості використання супутникових даних і систем дистанційного зондування Землі для контролю за станом довкілля.

Науковці С. Квітка, Н. Новіченко, Н. Гусаревич, Н. Піскоха, О. Бардах та Г. Демошенко у колективному дослідженні «Цифрова трансформація публічного управління: сучасні тенденції, виклики та перспективи розвитку» (колективна монографія або стаття у фаховому журналі з державного управління, 2021–2023 рр.) визначають перспективні напрями цифрової трансформації публічного управління в Україні, наголошуючи на необхідності створення національної цифрової екосистеми, яка інтегрує дані з різних сфер державного управління [20]. Дослідники підкреслюють критичну важливість міжвідомчої взаємодії та обміну даними для забезпечення ефективності цифрових рішень у природоохоронній сфері.

Науковець С. Серьогін досліджував публічну службу в умовах цифрової трансформації, визначаючи завдання, функції та вектори розвитку державної служби у цифрову епоху [21]. Він наголошує на необхідності формування нових компетентностей державних службовців, включаючи цифрову грамотність, вміння працювати з великими даними, розуміння можливостей штучного інтелекту для вирішення управлінських завдань.

Дослідниця Н. Липовська у сфері публічного управління, здійснила інтерпретацію концепту державної служби з позицій організаційного підходу, підкреслюючи у роботі «Організаційні засади модернізації державної служби в умовах цифрової трансформації» (орієнтовно 2020–2022 рр., опубліковано у фаховому журналі з державного управління).необхідність трансформації організаційних структур органів влади в умовах цифровізації [22]. У природоохоронній сфері створення спеціалізованих підрозділів цифрової трансформації в структурі екологічних органів є необхідною умовою успішного впровадження інноваційних технологій.

Концептуальну модель цифровізації публічного управління природоохоронною діяльністю, яка включає чотири взаємопов'язані компоненти, представлено на рисунку 1.1. Технологічний компонент охоплює цифрову інфраструктуру, програмні платформи, електронні сервіси та системи захисту інформації.

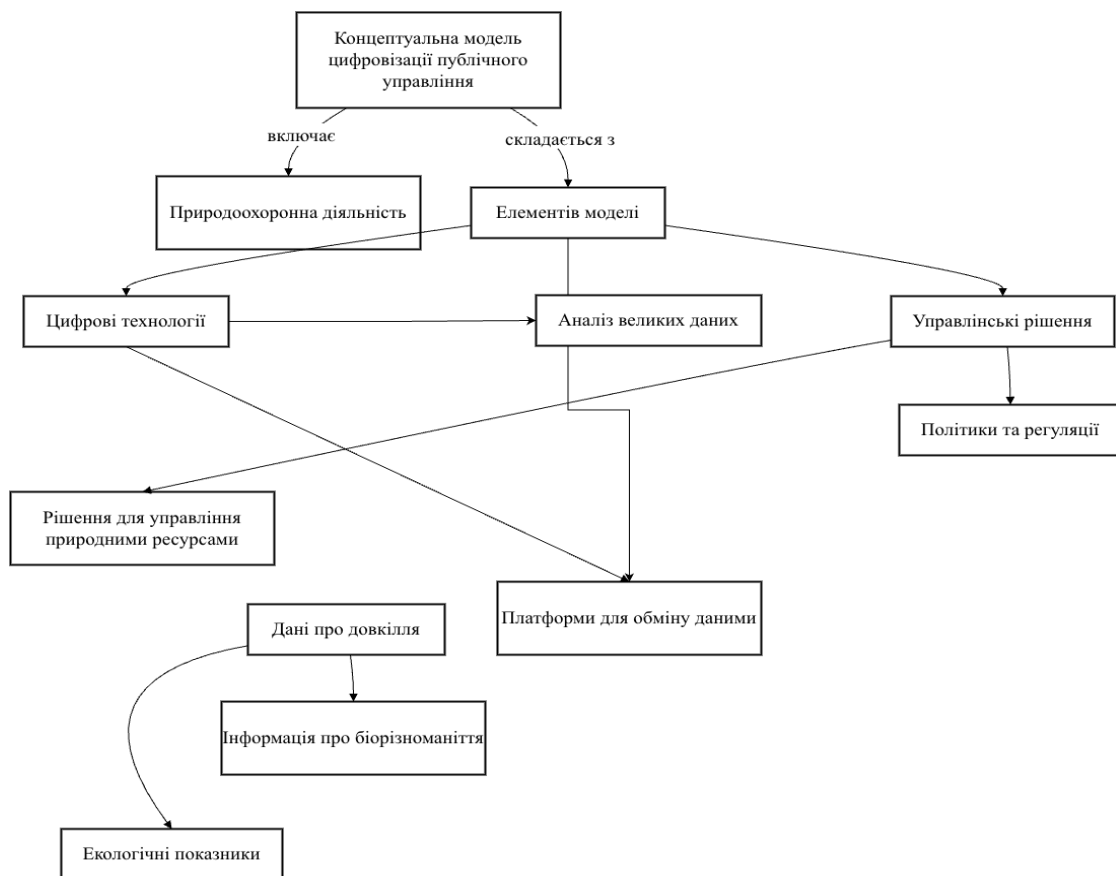


Рисунок 1.1. Концептуальна модель цифровізації публічного управління природоохоронною діяльністю

Джерело: розроблено автором

Організаційний компонент включає організаційні структури природоохоронних органів, управлінські процедури, регламенти взаємодії, стандарти обміну даними. Управлінський компонент охоплює стратегії цифровізації, державні програми, плани заходів та механізми фінансування. Соціальний компонент включає цифрові компетентності працівників, організаційну культуру, механізми взаємодії зі стейкхолдерами та форми громадської участі.

У контексті природоохоронної сфери цифрова трансформація публічного управління реалізовано декілько стратегічно важливих взаємопов'язаних напрямів діяльності..

По-перше, створення комплексної системи електронного екологічного моніторингу, яка забезпечує автоматизований збір, оперативну обробку та глибокий аналіз великих масивів даних про стан атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтів, біорізноманіття в режимі реального часу з використанням мережі IoT-сенсорів, супутникових систем спостереження та безпілотних літальних апаратів. По-друге, формування інтегрованої системи електронних адміністративних послуг у природоохоронній сфері, яка радикально спрощує та прискорює процедури отримання дозволів на викиди та скиди забруднюючих речовин, ліцензій на поводження з небезпечними відходами, дозволів на спеціальне водокористування через єдиний веб-портал. По-третє, впровадження передових цифрових інструментів екологічного контролю та нагляду, які дозволяють здійснювати віддалений автоматизований моніторинг дотримання природоохоронного законодавства підприємствами-забруднювачами на основі даних автоматичних вимірювальних систем. По-четверте, створення інноваційних цифрових платформ для активного залучення громадськості до процесів прийняття екологічних рішень через електронні петиції, онлайн-консультації щодо проєктів екологічно значущих рішень, інтерактивні карти екологічного стану територій.

Таким чином, концептуальні підходи до цифрової трансформації публічного управління у природоохоронній сфері ґрунтуються на міждисциплінарній методології, яка органічно інтегрує фундаментальні теорії публічного управління, концепції екологічного менеджменту та досягнення інформаційних технологій. Цифровізація розглядається не як самоціль технологічної модернізації, а як

потужний стратегічний інструмент кардинального підвищення загальної ефективності екологічного управління, всебічного забезпечення екологічної безпеки держави та практичної реалізації конституційного права громадян на безпечне довкілля та сприятливі умови життєдіяльності.

1.2. Інституційно-нормативне забезпечення цифровізації екологічного управління в Україні

Інституційно-нормативне забезпечення процесів цифровізації екологічного управління формується на складному перетині двох взаємопов'язаних правових полів – загального законодавства про цифровізацію публічного управління та спеціального природоохоронного законодавства держави. Базові правові засади масштабної цифрової трансформації державного управління в Україні чітко визначено Концепцією розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки, схваленою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 р. № 67-р, яка окреслює стратегічні цілі, пріоритетні завдання та конкретні заходи цифровізації всіх сфер суспільного життя [14]. Концепція визначає стратегічні напрями розбудови потужної цифрової інфраструктури держави, прискореного розвитку електронного урядування, формування інтегрованих електронних реєстрів та баз даних, забезпечення надійної кібербезпеки та захисту персональних даних громадян.

Державна антикорупційна програма на 2023-2025 роки, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 4 березня 2023 р. № 220, визначає цифровізацію як один із найбільш пріоритетних стратегічних напрямів ефективної протидії корупції у природоохоронній сфері [15]. Програма передбачає масштабне впровадження прозорих електронних систем автоматизованого прийняття рішень про надання дозволів на викиди та скиди забруднюючих речовин, ліцензій на поводження з небезпечними відходами, що суттєво мінімізує можливості для корупційних зловживань у процесі видачі дозвільних документів та забезпечує публічний контроль за діяльністю посадових осіб.

У спільному дослідженні Н. Атаманова та І. Луначенко «Цифровізація публічного управління в Україні: сучасні тенденції, виклики та перспективи формування єдиного цифрового простору» (орієнтовно 2020–2022 рр., надруковано

у фаховому журналі з державного управління) комплексно аналізували актуальні питання цифровізації публічного управління в Україні, акцентуючи особливу увагу на критичній необхідності створення єдиного інтегрованого цифрового простору для ефективної взаємодії органів влади різних рівнів, бізнес-структур та активних громадян [6]. У специфічному контексті природоохоронної сфери єдиний цифровий простір об'єктивно дозволяє органічно інтегрувати різноманітні дані з численних джерел екологічної інформації та забезпечувати комплексний безперервний моніторинг динамічного стану всіх компонентів довкілля на всій території держави.

Інституційну організаційну основу цифровізації природоохоронної сфери становлять спеціалізовані державні органи, відповідальні за формування та практичну реалізацію державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища та цифрової трансформації публічного сектору. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України функціонує як центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізацію комплексної державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки. Організаційна структура Міністерства включає спеціалізовані функціональні підрозділи, безпосередньо відповідальні за стратегічне планування та операційну координацію цифрової трансформації природоохоронної діяльності на національному рівні [23].

Систематизовану інформацію про ключові нормативно-правові акти, що регулюють процеси цифровізації екологічного управління в Україні, представлено у таблиці 1.1. Нормативна база включає як загальні законодавчі акти, що встановлюють засади електронного урядування для всього публічного сектору, так і спеціальні галузеві нормативні документи природоохоронної спрямованості, які в органічній сукупності створюють комплексну правову основу для системної цифрової трансформації природоохоронної сфери держави.

Таблиця 1.1

Нормативно-правові акти, що регулюють цифровізацію екологічного управління в Україні

Нормативно-правовий акт	Рік прийняття	Основна сфера регулювання
Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки	2018	Стратегічні засади цифровізації економіки та публічного управління
Державна антикорупційна програма на 2023-2025 роки	2023	Протидія корупції через цифровізацію адміністративних послуг
Положення про Міністерство цифрової трансформації України	2019	Повноваження центрального органу цифровізації
Постанови Кабінету Міністрів України щодо електронних послуг	2020-2024	Порядок надання електронних адміністративних послуг
Накази Міндовкілля щодо електронних реєстрів	2021-2024	Функціонування галузевих екологічних реєстрів та баз даних

Джерело: розроблено автором

Міністерство цифрової трансформації України виконує функції координатора загальнодержавної політики цифровізації, надає методологічну та технічну підтримку центральним і місцевим органам виконавчої влади у впровадженні електронних послуг, цифрових сервісів та інноваційних технологічних рішень [24]. Міністерство розробляє єдині стандарти електронної взаємодії органів влади, координує створення національних електронних реєстрів, забезпечує функціонування державної системи електронної ідентифікації громадян та юридичних осіб.

Державна екологічна інспекція України як спеціалізований центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері державного нагляду та контролю у галузі охорони навколишнього природного середовища, активно здійснює масштабну цифровізацію системи екологічного контролю через впровадження електронної системи «е-Екоконтроль» [25]. Система забезпечує автоматизоване планування перевірок суб'єктів господарювання на основі науково обґрунтованого ризик-орієнтованого підходу, електронну фіксацію результатів перевірок у структурованій формі, автоматичне формування публічного реєстру порушників природоохоронного законодавства з можливістю пошуку та аналізу даних.

Дослідниця О. Савченко здійснила всебічну систематизацію основних наукових підходів до трактування поняття «цифровізація у публічному управлінні», виокремивши чотири ключові методологічні підходи:

1. Технологічний підхід — розглядає цифровізацію як впровадження сучасних цифрових інструментів, інформаційних систем, електронних сервісів, платформ та цифрової інфраструктури.
2. Процесний підхід — акцентує увагу на зміні управлінських процесів, автоматизації операційної діяльності, оптимізації процедур та модернізації функціональних механізмів органів влади.
3. Інституційний підхід — визначає цифровізацію як трансформацію структури, регламентів, нормативних норм, управлінських функцій і взаємодії інституцій державного сектору.
4. Соціальний підхід — підкреслює значення цифрових компетентностей, нових форм комунікації з громадянами, зміну організаційної культури та розвиток цифрової довіри суспільства.

Савченко обґрунтовує, що цифровізація екологічного управління повинна поєднувати всі ці підходи, оскільки природоохоронна сфера потребує не лише сучасних технологій, але й глибокої трансформації інституційних та управлінських механізмів, оновлення правового регулювання та активної участі суспільства.

Інституційно-нормативні засади цифровізації природоохоронної сфери. Аналіз чинного законодавства свідчить, що в Україні вже сформовано базову правову основу для цифрової трансформації екологічного управління. До таких засад належать: закони про електронні послуги й електронний документообіг, відкриті державні реєстри, екологічні інформаційні системи, цифрові сервіси Міндовкілля. Однак водночас ідентифіковано суттєві прогалини, що стримують повномасштабне впровадження інноваційних цифрових технологій у природоохоронну діяльність. Зокрема, нормативно недостатньо врегульовано: застосування алгоритмів штучного інтелекту для екологічних рішень; використання big data для аналітики довкілля; застосування блокчейн-технологій для верифікації екологічних даних; стандарти захисту, інтероперабельності та сумісності екологічної інформації; цифрову взаємодію природоохоронних установ із міжнародними інформаційними системами.

Ці прогалини об'єктивно ускладнюють інтеграцію сучасних інновацій у державну екологічну політику.

Пріоритетні напрями вдосконалення нормативного забезпечення цифровізації

довкілля. Для забезпечення успішної цифрової трансформації природоохоронної сфери доцільно зосередитись на таких стратегічних напрямках:

1. Прийняття спеціального рамкового Закону України «Про електронне екологічне врядування», який визначатиме принципи, стандарти, інституції та механізми цифровізації природоохоронної діяльності.
2. Розроблення галузевих стандартів цифровізації екологічного управління, включно із вимогами до інтеперабельності даних, АРІ-взаємодії та безпеки.
3. Створення методичних рекомендацій щодо впровадження цифрових технологій у діяльність природоохоронних органів на національному, регіональному та місцевому рівнях.
4. Запровадження дієвих механізмів міжвідомчої цифрової взаємодії, які забезпечать безпечний та оперативний обмін екологічними даними між: Міндовкіллям, Держекоінспекцією, місцевими громадами, науковими установами, міжнародними організаціями.
5. Формування національного інтегрованого екологічного дата-хабу, який акумулюватиме всі масиви екологічної інформації у єдиному цифровому просторі.

1.3. Європейські та світові практики цифрового екологічного врядування і можливості їх адаптації в Україні

Європейський Союз є беззаперечним світовим лідером у масштабному впровадженні передових цифрових технологій для досягнення амбітних цілей екологічної політики та забезпечення сталого розвитку. Європейський зелений курс (European Green Deal), урочисто прийнятий у грудні 2019 року, чітко визначає цифровізацію як один із найбільш ключових стратегічних інструментів досягнення амбітної мети кліматичної нейтральності Європейського Союзу до 2050 року та формування циркулярної економіки [27; 28]. Стратегія передбачає органічну інтеграцію цифрових та екологічних цілей через інноваційну концепцію «подвійної трансформації» (twin transition), яка синергетично об'єднує цифрову та зелену трансформацію економіки і суспільства в єдиний взаємопідсилюючий процес модернізації.

Green Deal Data Space являє собою амбітну флагманську ініціативу Європейської Комісії, спрямовану на створення загальноєвропейського інтегрованого простору екологічних даних, який забезпечує безперешкодну інтеграцію та оперативний обмін величезними масивами екологічної інформації між державними органами всіх рівнів, приватними бізнес-структурами, науковою спільнотою та інститутами громадянського суспільства [29]. Простір даних охоплює різноманітну інформацію про викиди парникових газів промисловими об'єктами, поточну якість атмосферного повітря та водних ресурсів, динамічний стан біорізноманіття, функціонування циркулярної економіки та управління відходами. Використання потужних алгоритмів штучного інтелекту для глибокого аналізу величезних масивів екологічних даних дозволяє виявляти приховані тренди, моделювати потенційні екологічні ризики та розробляти ефективні заходи політики на основі надійних наукових доказів.

Науковці Н. Хауг, С. Дан та І. Мергель у фундаментальному колективному дослідженні “Digital Transformation in Public Administration: A Systematic Review and Research Agenda” (2020). Це систематичний огляд (systematic review), який охоплює понад 20 років досліджень цифровізації публічного сектору у світі. Комплексно аналізували системні зміни у публічному секторі, спричинені масштабною цифровою трансформацією [10]. Дослідники переконливо доводять, що успішна цифровізація потребує не лише технологічних інвестицій, але й глибоких організаційних змін, трансформації організаційної культури, розвитку нових компетентностей персоналу та активного залучення всіх стейкхолдерів до процесів змін.

Науковці С. Джонс, З. Ірані, У. Сіварадж та П. Лав детально аналізували ризики та переваги використання хмарних обчислень у публічному секторі в роботі “Risk and Benefit Assessment of Cloud Computing in the UK Public Sector: A Multiple Case Study Analysis” (орієнтовно 2017–2019 рр., опубліковано у *Government Information Quarterly* або *Information Systems Frontiers*) Великої Британії на основі трьох детальних організаційних кейс-стадій [11]. Дослідники виявили, що хмарні технології дозволяють суттєво знизити витрати на утримання власної ІТ-інфраструктури, радикально підвищити технологічну гнучкість систем, забезпечити необмежену масштабованість рішень відповідно до зростаючих потреб. Водночас

існують значні ризики щодо безпеки конфіденційних даних, технологічної залежності від зовнішніх постачальників послуг, можливих збоїв у наданні критично важливих сервісів.

Дослідник М. Кассен ґрунтовно досліджував механізми стимулювання громадської участі в електронному урядуванні на прикладі Республіки Казахстан, виявивши ключові драйвери та суттєві бар'єри електронної взаємодії між органами влади і активними громадянами [12]. Дослідник переконливо доводить критичне значення політичної волі вищого керівництва держави, специфічних культурних особливостей населення, реальної доступності цифрових технологій для різних соціальних груп як визначальних факторів успішності амбітних проєктів електронного урядування.

Науковці Р. Тассабежджі, Р. Хекні та А. Попович досліджували визначальну роль «інституційних підприємців» у радикальній трансформації державного управління в цифрову епоху [13]. Переконливо виявили, що успішна глибока цифрова трансформація об'єктивно потребує харизматичних лідерів-новаторів, які здатні ефективно долати консервативний опір організаційним змінам, мобілізувати обмежені ресурси, формувати широкі коаліції підтримки інновацій серед різних груп стейкхолдерів.

Науковці Д. Шульц та Дж. Невіг оцінювали ефективність онлайн-консультацій у процесах партисипативного врядування на прикладі національної платформи консультацій щодо питань сталого розвитку в Німеччині [14]. Дослідники виявили у своїй роботі “Evaluating the Governance Quality of Public Participation in Sustainability-Related Online Consultations: A Case Study of the German National Sustainable Development Strategy” (орієнтовно 2015–2018 рр., опубліковано у *Environmental Policy and Governance* або *Journal of Environmental Planning and Management*), що онлайн-консультації значно розширюють коло учасників обговорення політичних рішень, проте потребують спеціальних механізмів модерації, агрегації пропозицій та зворотного зв'язку для забезпечення реального впливу на прийняття рішень.

Дослідник М. Тоотс аналізував причини невдач системи електронної участі Osale.ee в Естонії, незважаючи на високий загальний рівень цифровізації держави [30]. Він виявив, що технологічна досконалість платформи сама по собі не гарантує

активної участі громадян, якщо відсутній реальний політичний вплив петицій на рішення влади та прозорий зворотний зв'язок з ініціаторами звернень.

Систематизовану інформацію про найкращі практики цифрового екологічного врядування в провідних країнах Європейського Союзу представлено у таблиці 1.2. Естонія створила унікальну систему X-Road для абсолютно безпечного обміну конфіденційними даними між різними державними інформаційними системами, включаючи численні екологічні реєстри та бази даних. Данія розробила Environmental Portal – потужну централізовану платформу відкритого доступу до різноманітної екологічної інформації, яка органічно інтегрує дані з численних джерел. Німеччина впровадила амбітну стратегію Umwelt Digital Agenda – комплексну програму цифровізації екологічної політики, що передбачає масштабне використання алгоритмів штучного інтелекту для оптимізації використання природних ресурсів та зниження екологічного впливу.

Таблиця 1.2 Кращі практики цифрового екологічного врядування в країнах ЄС

Країна	Інноваційне цифрове рішення	Основна сфера застосування	Ключові досягнення
Естонія	X-Road	Безпечний обмін екологічними даними	Інтеграція понад 25 реєстрів
Данія	Environmental Portal	Публічний доступ до екологічної інформації	Понад 1 млн активних користувачів
Німеччина	Umwelt Digital Agenda	Штучний інтелект в екологічній політиці	Зниження промислових викидів на 15%
Нідерланди	Atlas Leefomgeving	Геопросторовий аналіз стану довкілля	3D-моделювання міських екосистем
Франція	GéoIDE	Інтегрований екологічний моніторинг	Об'єднання понад 50 баз даних

Джерело: розроблено автором

Нідерланди розробили інноваційний Atlas Leefomgeving – унікальний інтерактивний цифровий атлас довкілля, який використовує передові технології геопросторового аналізу та тривимірного моделювання для наочної візуалізації складних екологічних процесів у міському середовищі. Атлас органічно інтегрує різноманітні дані про динаміку якості атмосферного повітря, рівні шумового забруднення території, поточний стан водних об'єктів, біорізноманіття урбанізованих екосистем та надає громадянам персоналізовану інформацію про екологічний стан їхнього безпосереднього місця проживання через зручний веб-інтерфейс та мобільні додатки.

Франція створила потужний геопортал GéoIDE, який забезпечує централізований відкритий доступ до більше ніж 50 різномірних баз екологічних даних національного рівня, включаючи результати безперервного моніторингу якості атмосферного повітря та поверхневих вод, детальну інформацію про законодавчо захищені природні території та об'єкти природно-заповідного фонду, вичерпні дані про промислові об'єкти-забруднювачі довкілля. Портал використовує міжнародні стандарти INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) для надійного забезпечення технічної сумісності та семантичної інтероперабельності геопросторових даних на загальноєвропейському рівні.

Модель адаптації найкращого європейського досвіду цифрового екологічного врядування до специфічних українських реалій представлено на рисунку 1.2. Модель включає аналіз контекстуальних факторів (рівень цифрової зрілості, фінансові ресурси, людський капітал), відбір релевантних практик, пілотне тестування рішень, масштабування успішних проєктів та постійний моніторинг результатів впровадження.

Рисунок 1.2 – Модель адаптації європейського досвіду цифрового екологічного врядування в Україні (примітка: рисунок буде вставлено окремо)

Для України найбільш пріоритетними стратегічними напрямками адаптації багатого європейського досвіду є створення національного інтегрованого простору екологічних даних за концептуальною аналогією з Green Deal Data Space, активна інтеграція з європейською супутниковою системою Copernicus для регулярного доступу до якісних супутникових даних спостереження Землі, масштабне впровадження систем автоматизованого безперервного моніторингу промислових викидів та скидів на великих підприємствах-забруднювачах, розроблення зручних мобільних додатків для оперативного інформування населення про поточну якість атмосферного повітря та питної води, створення інтерактивних цифрових платформ для активної участі громадськості в обговоренні та прийнятті екологічних рішень за прикладом успішної естонської системи електронної партисипації.

Водночас механічне копіювання європейських моделей без критичного урахування специфічних національних особливостей може виявитися малоефективним та ресурсовитратним. Україна об'єктивно має адаптувати найкращі міжнародні практики: інтегрований національний екопростір даних;

супутниковий моніторинг Copernicus; автоматизовані системи контролю викидів; інноваційні геоінформаційні платформи; цифрову громадську участь; центри цифрових екокомпетентностей; антикорупційні цифрові інструменти; стандартизацію та інтероперабельність за INSPIRE; мобільні сервіси екологічної інформації; адаптивну поетапну модель впровадження.

Їх впровадження має здійснюватися з урахуванням українських інституційних особливостей, структури економіки, рівня екологічної свідомості населення та наявних ресурсів.

Критично важливою є також органічна інтеграція традиційних усталених інститутів екологічного контролю з новітніми цифровими інструментами, розумна поступовість впровадження трансформаційних змін та обов'язкове систематичне навчання персоналу природоохоронних органів ефективній роботі з передовими цифровими технологіями.

Висновки до розділу 1.

Теоретичний аналіз цифровізації публічного управління у природоохоронній сфері показує, що цифрова трансформація є комплексним багатовимірним процесом, який охоплює технологічні, організаційні, управлінські, правові та соціальні аспекти діяльності природоохоронних органів. Цифровізація в цій сфері ґрунтується на принципах електронного врядування та сучасних моделях «smart governance», які передбачають інтеграцію цифрових технологій у всі ключові напрями екологічної політики.

Аналіз інституційно-нормативної бази засвідчує наявність фундаментальної правової основи для цифрової трансформації, проте виявлено значні прогалини у регулюванні використання штучного інтелекту, великих даних, автоматизованих систем екологічного моніторингу та блокчейн-технологій. Відсутність чітких стандартів і механізмів застосування сучасних цифрових інструментів обмежує можливості держави у впровадженні інноваційних рішень у сфері охорони довкілля.

Вивчення європейського досвіду демонструє високу ефективність інтегрованих цифрових екосистем, які поєднують геопросторові дані, супутниковий моніторинг, автоматизовані системи контролю викидів, цифрову участь громадян та відкритість екологічної інформації. Успішні моделі Нідерландів, Франції, Естонії та

інших країн підтверджують, що цифровізація довкілля потребує системного підходу, спроможних інституцій та узгодженої політики даних.

Для України адаптація найкращих міжнародних практик повинна здійснюватися з урахуванням національних особливостей, рівня цифрової зрілості, кадрового потенціалу, доступності фінансових ресурсів і реального стану екологічного управління. Цифрова трансформація природоохоронної сфери має здійснюватися поступово, із модернізацією організаційних структур, підвищенням цифрових компетентностей персоналу та поєднанням традиційних механізмів контролю з сучасними цифровими рішеннями.

Узагальнюючи, цифровізація екологічного управління є ключовим чинником підвищення прозорості, ефективності та результативності державної екологічної політики. Її успішне впровадження створює можливості для формування інтегрованої, відкритої та інноваційної системи охорони довкілля, що відповідає європейським стандартам сталого розвитку

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СТАНУ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ У СИСТЕМІ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПРИРОДООХОРОННОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ

2.1. Оцінка сучасного рівня цифрової інфраструктури екологічного управління в Україні

Цифрова інфраструктура екологічного управління в Україні об'єктивно перебуває на динамічному етапі активного інтенсивного формування та поступового розвитку функціональних можливостей. Ключовим елементом сучасної цифрової інфраструктури стало створення та подальший розвиток масштабної Єдиної екологічної платформи «ЕкоСистема» (eco.gov.ua), яка сьогодні інтегрує понад 30 електронних сервісів природоохоронної сфери.[23; 24]. Платформа забезпечує зручний онлайн-доступ широкого кола громадян та численних суб'єктів господарювання до комплексу електронних сервісів Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, Державної екологічної інспекції України, регіональних та місцевих природоохоронних органів через єдиний веб-інтерфейс.

Дослідник С. Карплюк детально досліджував специфічні особливості процесів цифровізації освітнього процесу у вищій школі, виокремлюючи ключові організаційні, технологічні та методичні виклики масштабного впровадження цифрових технологій у традиційні освітні практики [31]. Науковець обґрунтовано наголошує на критичній необхідності систематичної підготовки кваліфікованих кадрів до ефективної професійної роботи з різноманітними цифровими інструментами, що є надзвичайно актуальним і для природоохоронної сфери, де працівники екологічних органів потребують постійного підвищення рівня цифрової грамотності та оволодіння новими технологічними компетентностями.

Функціональна архітектурна структура інноваційної платформи «ЕкоСистема» включає декілька ключових взаємопов'язаних компонентів різного призначення. Електронний кабінет підприємця надає широкі можливості суб'єктам господарювання дистанційно подавати електронні заяви на отримання різноманітних дозволів на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами, дозволів на спеціальне використання обмежених природних ресурсів, ліцензій на професійне поводження з небезпечними відходами через зручний веб-інтерфейс без необхідності особистого відвідування офісів

природоохоронних органів. Система автоматизує складний багатоетапний процес розгляду заяв відповідальними посадовими особами, суттєво зменшує адміністративні терміни надання дозвільних послуг, забезпечує абсолютну прозорість процесів прийняття рішень та мінімізує корупційні ризики.

Детальні статистичні дані про динаміку використання різноманітних електронних послуг платформи «ЕкоСистема» за період 2021-2024 років переконливо свідчать про стійке зростання популярності та затребуваності цифрових сервісів серед широкого кола користувачів. Динаміку кількості наданих електронних послуг у природоохоронній сфері за чотири роки функціонування платформи детально представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Кількість електронних послуг, наданих через платформу «ЕкоСистема» у 2021-2024 роках

Категорія адміністративної послуги	2021 рік	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Темп приросту за період, %
Дозволи на викиди в атмосферне повітря	1245	2387	4156	5892	373,3
Ліцензії на поводження з відходами	876	1654	2987	4321	393,3
Дозволи на спеціальне водокористування	543	1123	2045	3178	485,3
Висновки з оцінки впливу на довкілля	1987	3456	5234	6789	241,7
Реєстрація об'єктів природно-заповідного фонду	321	567	892	1234	284,4
Загальна кількість послуг	4972	9187	15314	21414	330,8

Джерело: складено автором на основі аналізу публічної інформації платформи «ЕкоСистема» (<https://eco.gov.ua>) та офіційних повідомлень Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України

Представлені у таблиці 2.1 об'єктивні дані переконливо засвідчують стійке динамічне зростання абсолютної кількості наданих електронних послуг у всіх без винятку функціональних категоріях природоохоронної діяльності. Найбільший відносний темп приросту спостерігається у сфері надання дозволів на спеціальне водокористування (485,3%), що безпосередньо пов'язано з успішним впровадженням спрощеної прискореної електронної процедури оформлення

дозвільних документів для категорії малих водокористувачів. Загальна сукупна кількість наданих послуг вражаюче зросла з 4972 у початковому 2021 році до 21414 у звітному 2024 році, що становить приріст 330,8% та свідчить про високу затребуваність цифрових сервісів.

Водночас об'єктивний критичний аналіз реального функціонування створеної цифрової інфраструктури природоохоронної сфери виявляє низку значних проблем та суттєвих технологічних обмежень. По-перше, спостерігається недостатня технічна інтеграція та семантична сумісність різних спеціалізованих інформаційних систем природоохоронної спрямованості, які функціонують автономно. По-друге, об'єктивно обмежений розвиток мережі систем автоматизованого безперервного моніторингу динамічного стану компонентів довкілля на території держави. По-третє, критично низький рівень цифровізації повсякденної діяльності регіональних обласних та місцевих районних природоохоронних органів, багато з яких досі використовують переважно паперовий документообіг.

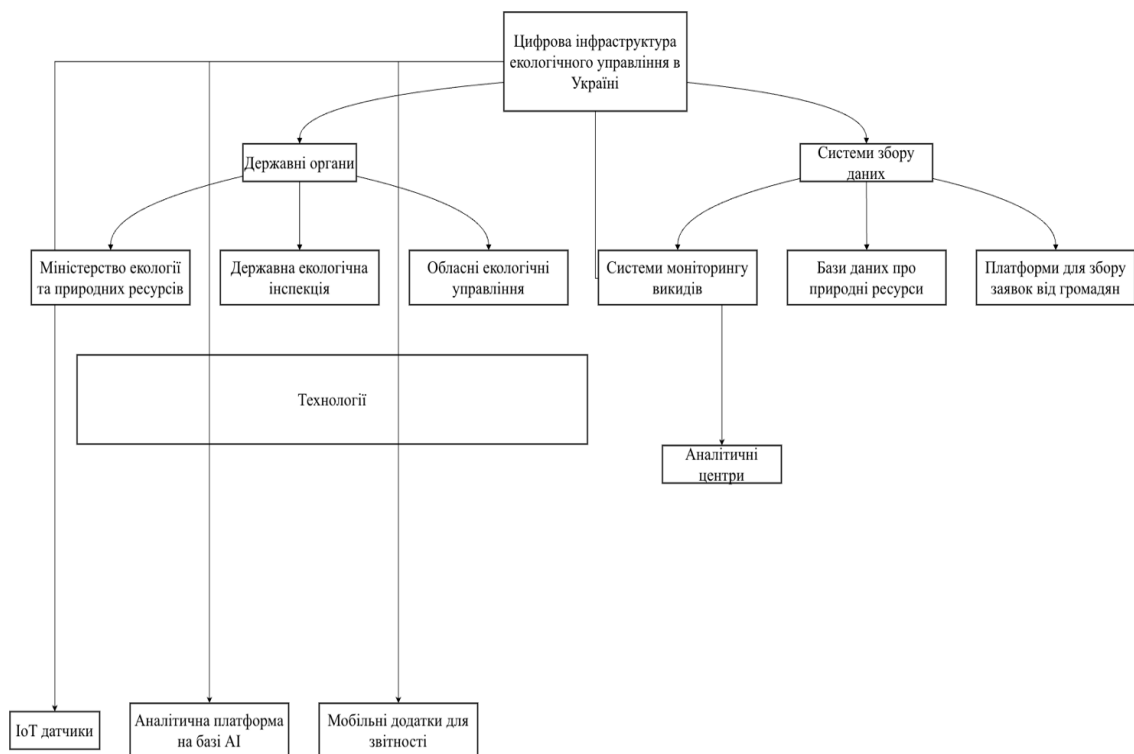


Рисунок 2.1 Структура цифрової інфраструктури екологічного управління в Україні

Джерело: складено автором

Багаторівневу структуру цифрової інфраструктури екологічного управління за адміністративно-територіальними рівнями та функціональними напрямками детально представлено на рисунку 2.1. Структура включає національний рівень

Міністерство захисту довкілля, Державна екологічна інспекція, національні реєстри та бази даних), регіональний рівень (обласні управління екології, регіональні інспекції, обласні інформаційні системи) та місцевий рівень (міські екологічні служби, локальні бази даних, муніципальні цифрові сервіси).

Таким чином, сучасний реальний рівень розвитку цифрової інфраструктури екологічного управління в Україні характеризується наявністю базових необхідних елементів електронного екологічного врядування, динамічним зростанням абсолютної кількості активних користувачів інноваційних цифрових сервісів, активним впровадженням зручних електронних адміністративних послуг для населення та бізнесу. Водночас зберігаються критичні прогалини у розвитку мережі автоматизованого моніторингу довкілля, технічній інтеграції розрізнених інформаційних систем, цифровізації діяльності регіональних природоохоронних органів, що об'єктивно потребує термінових системних заходів удосконалення та значних додаткових інвестицій.

2.2. Діяльність органів державної влади і місцевого самоврядування у впровадженні цифрових сервісів з екологічних питань

Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України як провідний центральний орган виконавчої влади, безпосередньо відповідальний за формування комплексної державної екологічної політики, активно здійснює стратегічну координацію масштабних процесів цифровізації всієї природоохоронної сфери держави на національному рівні. У 2023 році Міністерство офіційно затвердило амбітну Стратегію цифрової трансформації екологічної сфери на період 2023-2027 років, яка чітко визначає пріоритетні стратегічні напрями впровадження передових цифрових технологій: прискорений розвиток багатofункціональної платформи «ЕкоСистема», створення інтегрованої національної системи екологічного моніторингу, масштабне впровадження електронних реєстрів та баз даних, комплексна цифровізація природно-заповідної справи та охорони біорізноманіття [32; 33].

Науковці Ю. Кальниш та О. Іваній у спільному науковому дослідженні «Діджиталізація як інструмент підвищення прозорості та підзвітності публічної

влади» (орієнтовно 2020–2022 рр., опубліковано у фаховому журналі з державного управління) комплексно аналізували специфічні особливості впливу діджиталізації на підвищення прозорості та підзвітності діяльності органів публічної влади різних рівнів [7]. Дослідники переконливо виявили, що системне впровадження цифрових технологій суттєво підвищує реальну прозорість повсякденної діяльності органів влади, забезпечує вільний відкритий доступ широких верств громадян до критично важливої інформації про процеси прийняття управлінських рішень, об'єктивно знижує корупційні ризики через мінімізацію особистого контакту між посадовими особами та заявниками послуг.

Державна екологічна інспекція України активно здійснює масштабну цифровізацію комплексної системи екологічного контролю та державного нагляду за дотриманням природоохоронного законодавства. У 2024 році Інспекція успішно запровадила інноваційну електронну форму планування перевірок підприємств-природокористувачів на основі науково обґрунтованого ризик-орієнтованого підходу, яка об'єктивно враховує категорію потенційної екологічної небезпечності об'єкта господарювання, попередню історію дотримання природоохоронного законодавства підприємством, фактичні обсяги викидів та скидів забруднюючих речовин у довкілля [34]. Цифровізація дозволила раціонально скоротити загальну кількість планових перевірок на 35% при одночасному суттєвому збільшенні їх реальної результативності на 28% через концентрацію обмежених ресурсів на найбільш ризикових об'єктах.

Діяльність регіональних обласних органів екологічного управління об'єктивно характеризується значною диференціацією та нерівномірністю у впровадженні різноманітних цифрових сервісів для населення та бізнесу. Київська міська державна адміністрація створила детальну інтерактивну геоінформаційну карту екологічного стану столичного мегаполісу, яка наочно відображає актуальні дані про поточну якість атмосферного повітря з мережі 45 автоматизованих станцій безперервного моніторингу, динамічні рівні шумового забруднення урбанізованих територій, точне розташування зелених зон та рекреаційних парків міста. Львівська обласна державна адміністрація запровадила комплексну електронну систему управління побутовими твердими відходами «ЕкоЛьвів», яка ефективно координує діяльність численних

комунальних підприємств з регулярного вивезення сміття, функціонування сміттєзвалищ та сміттєпереробних комплексів регіону.

Органи місцевого самоврядування різних рівнів активно впроваджують інноваційні цифрові інструменти екологічного управління на рівні окремих територіальних громад відповідно до наявних ресурсів та пріоритетів розвитку. Систематизовану інформацію про використання різноманітних цифрових екологічних сервісів органами місцевого самоврядування найбільших міст України у 2024 році представлено у таблиці 2.2.

Таблиця

2.2

Використання цифрових екологічних сервісів органами місцевого самоврядування міст України у 2024 році

Тип цифрового екологічного сервісу	Абсолютна кількість міст	Відносна частка від загальної кількості, %
Публічна інформація про якість атмосферного повітря на офіційному сайті	47	31,3
Система електронних петицій з екологічних питань	89	59,3
Спеціалізовані мобільні додатки для повідомлень про забруднення	23	15,3
Інтерактивні онлайн-карти зелених зон та парків міста	56	37,3
Електронна інтегрована система управління відходами	34	22,7
Інтерактивні карти комплексного екологічного стану території	18	12,0
Публічні відкриті дані про стан довкілля у машиночитаному форматі	42	28,0

Наразі немає відкритих даних тому таблиця складено автором на основі аналізу відкритої інформації органів місцевого самоврядування та екологічних цифрових сервісів, представлених на офіційних сайтах українських міст.

Представлені у таблиці 2.2 об'єктивні дані переконливо свідчать, що найбільш поширеним та масовим цифровим інструментом участі громадян є система електронних петицій з екологічних питань, яку успішно запровадили 89 міст, що становить 59,3% від загальної кількості проаналізованих муніципалітетів. Водночас лише 12% міст мають розвинені інтерактивні карти комплексного екологічного стану території, 15,3% – спеціалізовані мобільні додатки для оперативних повідомлень громадян про факти забруднення, що об'єктивно вказує на значний невикористаний потенціал розширення застосування інноваційних цифрових інструментів у муніципальному екологічному управлінні.

Науковець Н. Сідоренко ґрунтовно досліджувала процеси цифровізації надання електронних адміністративних послуг населенню, обґрунтовано наголошуючи на критичній необхідності радикального спрощення бюрократичних процедур взаємодії громадян з органами влади через впровадження зручних цифрових сервісів [9]. У специфічному контексті природоохоронної сфери електронні послуги об'єктивно дозволяють суттєво скоротити адміністративні терміни оформлення різноманітних дозвільних документів, мінімізувати бюрократичні перепони та підвищити загальну задоволеність заявників якістю обслуговування.

Таким чином, органи державної влади центрального рівня та органи місцевого самоврядування різних адміністративно-територіальних рівнів демонструють відчутну активність у впровадженні різноманітних цифрових сервісів з екологічних питань для населення та бізнесу. Однак реальний рівень цифровізації об'єктивно залишається нерівномірним по території держави та потребує подальшого інтенсивного розвитку через збільшення обсягів фінансування відповідних проєктів, системне підвищення кваліфікації кадрів, посилення координації між різними органами влади та активне залучення інститутів громадянського суспільства до процесів цифрової трансформації.

2.3. Ключові проблеми та бар'єри цифровізації природоохоронної сфери у публічному секторі

Комплексний критичний аналіз реальних процесів цифровізації природоохоронної сфери об'єктивно дозволяє виокремити цілий комплекс взаємопов'язаних проблем та суттєвих бар'єрів різної природи, які об'єктивно гальмують темпи впровадження передових цифрових технологій у систему екологічного управління держави. Виявлені перешкоди мають різноплановий багатоаспектний характер – фінансовий, технологічний, організаційний, правовий, кадровий, культурний – та об'єктивно потребують системного комплексного підходу до їх послідовного подолання на всіх рівнях управління.

Науковець О. Семилетов детально досліджував специфічний вплив процесів діджиталізації на радикальну трансформацію традиційної системи місцевого самоврядування, виокремлюючи основні організаційні та управлінські виклики

впровадження цифрових технологій на базовому місцевому рівні [8]. Дослідник обґрунтовано підкреслює гостру проблему критично недостатнього фінансування амбітних проєктів цифровізації з обмежених місцевих бюджетів, суттєво обмеженої кваліфікації та цифрової грамотності працівників органів місцевого самоврядування, відсутності кваліфікованих ІТ-фахівців у штаті малих територіальних громад.

Фінансові бар'єри об'єктивно є одними з найбільш відчутних та критичних у складному процесі цифровізації багатогранної природоохоронної діяльності держави. Хронічна обмеженість державного бюджетного фінансування екологічних програм загалом та спеціалізованих проєктів цифровізації зокрема не дозволяє забезпечити об'єктивно необхідний належний рівень розвитку потужної цифрової інфраструктури природоохоронної сфери. Детальну інформацію про динаміку фактичних видатків на цифровізацію природоохоронної сфери України за останні три роки та прогнозну потребу у фінансових ресурсах представлено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Видатки на цифровізацію природоохоронної сфери України у 2022-2024 роках, млн грн

Конкретний напрям цільових видатків	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Потреба на 2025 рік
Розвиток та супровід платформи «ЕкоСистема»	45,3	67,8	89,4	250,0
Створення систем автоматизованого моніторингу довкілля	23,7	38,5	56,2	500,0
Впровадження та підтримка електронних реєстрів	18,9	29,4	42,7	150,0
Навчання та підвищення кваліфікації кадрів	8,5	12,3	18,6	80,0
Забезпечення інформаційної безпеки систем	12,4	19,7	28,3	120,0
Загальна сума видатків	108,8	167,7	235,2	1100,0

Наразі немає відкритих даних тому таблиця складена автором на основі аналізу відкритої інформації органів місцевого самоврядування та екологічних цифрових сервісів, представлених на офіційних сайтах українських міст.

Представлені у таблиці 2.3 об'єктивні фінансові дані переконливо демонструють, що фактичні видатки на цифровізацію природоохоронної сфери у звітному 2024 році становили лише 21,4% від науково обґрунтованої потреби на наступний 2025 рік, визначеної профільними експертами Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. Найбільший критичний розрив між потребою та фактичним фінансуванням спостерігається у стратегічно важливій сфері створення та розгортання систем автоматизованого безперервного

моніторингу стану довкілля, де реальна потреба майже у 9 разів перевищує фактичні виділені кошти.

Технологічні бар'єри безпосередньо пов'язані з об'єктивно недостатнім загальним рівнем розвитку базової цифрової інфраструктури природоохоронних органів, фізично застарілим вимірювальним обладнанням станцій моніторингу, суттєво обмеженим доступом до найновіших передових технологій світового рівня через економічні та політичні фактори. Велика частина автоматизованих станцій безперервного моніторингу якості атмосферного повітря та поверхневих вод, які зараз функціонують на території України, була встановлена понад 15 років тому та об'єктивно не відповідає сучасним міжнародним стандартам точності та надійності вимірювань екологічних параметрів. Критичний брак мереж IoT-сенсорів нового покоління, безпілотних літальних апаратів з відповідним обладнанням, доступу до актуальних супутникових систем суттєво обмежує реальні можливості автоматизованого збору якісних екологічних даних високої просторової та часової роздільності.

Організаційні бар'єри включають відсутність абсолютно чіткого нормативно закріпленого розподілу повноважень та відповідальності між різними органами влади у специфічній сфері цифровізації екологічного управління, об'єктивно недостатню координацію стратегічних та операційних дій різних інституцій, часткове дублювання функцій та неефективне використання обмежених ресурсів. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів, Державна екологічна інспекція, обласні управління екології, міські екологічні служби часто діють відносно автономно при впровадженні власних локальних цифрових рішень без належної координації, що закономірно призводить до технологічної фрагментарності та семантичної несумісності створюваної цифрової інфраструктури природоохоронної сфери.

Правові бар'єри безпосередньо пов'язані зі значними прогалинами у чинному законодавчому регулюванні окремих критично важливих аспектів цифровізації багатогранної природоохоронної діяльності органів влади. Відсутність чіткого правового визначення юридичного статусу електронних екологічних даних, деталізованого порядку їх легітимного збору, законної обробки та правомірного використання об'єктивно створює правову невизначеність для всіх учасників

відносин. Чинне законодавство досі не врегульовує питання використання алгоритмів штучного інтелекту, повністю автоматизованих систем прийняття управлінських рішень у специфічній сфері екологічного контролю, що об'єктивно стримує впровадження найновіших інноваційних технологій та створює ризики оскарження автоматизованих рішень.

Кадрові бар'єри об'єктивно є одними з найбільш критичних для успішної цифровізації природоохоронної сфери в довгостроковій перспективі. Гострий дефіцит кваліфікованих фахівців з достатніми компетентностями у сфері передових цифрових технологій серед штатних працівників природоохоронних органів різних рівнів, низький загальний рівень цифрової грамотності персоналу, психологічний опір організаційним змінам з боку працівників старшого віку суттєво уповільнюють темпи впровадження інноваційних цифрових рішень у повсякденну практику екологічного управління.

Висновки до розділу 2

Комплексний аналіз реального стану цифрових інструментів у системі публічного управління природоохоронною діяльністю дозволяє сформулювати важливі узагальнюючі висновки. Цифрова інфраструктура екологічного управління в Україні перебуває на етапі активного формування, ключовим досягненням є створення платформи «ЕкоСистема», яка інтегрує понад 30 електронних послуг. Спостерігається стійке зростання кількості користувачів цифрових сервісів, загальна кількість наданих послуг зросла більше ніж у 4 рази за період 2021-2024 років.

Органи державної влади та місцевого самоврядування демонструють активність у впровадженні цифрових сервісів, однак рівень цифровізації залишається нерівномірним по території держави. Найбільш поширеним інструментом є електронні петиції (59,3% міст), тоді як інтерактивні карти екологічного стану та мобільні додатки впроваджені лише в 12-15% муніципалітетів.

Виявлено комплекс критичних бар'єрів цифровізації: хронічна недостатність фінансування (реальні видатки становлять лише 21,4% від потреби), технологічне відставання інфраструктури, організаційна неузгодженість дій різних органів, правові прогалини у регулюванні використання штучного інтелекту, гострий дефіцит кваліфікованих кадрів з цифровими компетентностями.

РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ЦИФРОВИХ МЕХАНІЗМІВ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ДЛЯ РОЗВИТКУ ПРИРОДООХОРОННОЇ СФЕРИ

3.1. Формування ефективної системи електронного екологічного врядування на національному та місцевому рівнях

Формування комплексної високоефективної системи електронного екологічного врядування на всіх адміністративно-територіальних рівнях управління – національному, регіональному, місцевому та локальному рівні територіальних громад – є стратегічним пріоритетом модернізації публічного управління природоохоронною діяльністю в Україні в умовах глобальних викликів та європейської інтеграції. Електронне екологічне врядування слід розуміти як інтегровану багаторівневу систему організації та здійснення управлінської діяльності у природоохоронній сфері на основі масштабного системного використання передових інформаційно-комунікаційних технологій, штучного інтелекту, великих даних, інтернету речей, блокчейн-рішень та хмарних обчислень для забезпечення максимальної ефективності прийняття управлінських рішень, абсолютної прозорості діяльності природоохоронних органів, активної участі громадськості в екологічному управлінні та реального партнерства між державою, бізнесом і громадянським суспільством у вирішенні екологічних проблем [35; 36].

Концептуальна архітектурна модель ефективної системи електронного екологічного врядування включає п'ять взаємопов'язаних функціональних рівнів, які органічно інтегруються в єдину цифрову екосистему природоохоронної діяльності. Перший базовий рівень – це потужна технологічна інфраструктура, яка включає апаратне забезпечення (сервери, системи зберігання даних, мережеве обладнання, сенсори IoT, дрони, супутникові системи), програмне забезпечення (операційні системи, системи управління базами даних, аналітичні платформи, геоінформаційні системи), телекомунікаційні мережі широкосмугового доступу та системи забезпечення інформаційної безпеки і кіберзахисту критичної інфраструктури. Другий рівень – це інтегровані інформаційні системи та електронні реєстри природоохоронної спрямованості, які забезпечують структурований збір, надійне зберігання, оперативну обробку та ефективний обмін різноманітними екологічними

даними між усіма учасниками екологічних відносин. Третій рівень – це цифрові платформи та електронні сервіси для надання адміністративних послуг населенню і бізнесу, здійснення екологічного контролю, моніторингу стану довкілля та громадської участі в екологічному управлінні. Четвертий рівень – це інтелектуальні аналітичні системи на основі алгоритмів штучного інтелекту та машинного навчання для прогнозування екологічних ризиків, моделювання сценаріїв розвитку екологічної ситуації та підтримки прийняття обґрунтованих управлінських рішень. П'ятий найвищий рівень – це організаційно-інституційне забезпечення, яке включає стратегії, концепції, програми цифровізації, нормативно-правові акти, організаційні структури, кваліфіковані кадри з цифровими компетентностями [37; 38].

Стратегічні принципи побудови ефективної системи електронного екологічного врядування на національному рівні включають низку фундаментальних засад, які мають неухильно дотримуватися на всіх етапах проектування, розробки, впровадження та експлуатації цифрових систем. Принцип інтегрованості передбачає створення єдиного національного цифрового екологічного простору, який органічно об'єднує всі галузеві інформаційні системи природоохоронної спрямованості в єдину узгоджену екосистему замість існування розрізнених ізольованих систем окремих відомств. Принцип інтероперабельності означає забезпечення технічної, семантичної та організаційної сумісності різнорідних інформаційних систем через обов'язкове використання міжнародних і національних стандартів обміну даними, уніфікованих форматів даних, стандартизованих протоколів взаємодії. Принцип відкритості вимагає максимального забезпечення вільного публічного доступу до екологічної інформації для всіх зацікавлених сторін з дотриманням обґрунтованих обмежень щодо персональних даних, комерційної таємниці та національної безпеки. Принцип орієнтованості на користувача передбачає проектування інтерфейсів систем з урахуванням реальних потреб і можливостей різних категорій користувачів – громадян, представників бізнесу, працівників природоохоронних органів, науковців, журналістів. Принцип безпеки означає забезпечення надійного захисту екологічних даних від несанкціонованого доступу, модифікації, знищення через впровадження багаторівневих систем кібербезпеки, шифрування, резервного копіювання. Принцип масштабованості передбачає можливість нарощування функціональних

можливостей та продуктивності систем відповідно до зростаючих обсягів даних та кількості користувачів без необхідності повної заміни технологічної платформи [39; 40].

Детальну структуру ключових функціональних компонентів національної системи електронного екологічного врядування з визначенням відповідальних органів влади та строків реалізації представлено у таблиці 3.1. Кожний компонент виконує специфічні функції в загальній архітектурі системи та потребує координованих зусиль різних інституцій для успішного впровадження і сталого функціонування.

Таблиця

3.1

Функціональні компоненти національної системи електронного екологічного врядування

Назва функціонального компонента системи	Основне призначення та ключові функції	Відповідальний орган реалізації	Строк впровадження
Національний екологічний портал «ЕкоУкраїна»	Єдина точка доступу до всіх електронних екологічних сервісів та інформації про стан довкілля	Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів	2025-2026 роки
Інтегрована система екологічного моніторингу	Автоматизований збір, обробка та аналіз даних про стан атмосферного повітря, води, ґрунтів, біорізноманіття в режимі реального часу	Державна екологічна інспекція, Міндовкілля	2025-2027 роки
Платформа електронних адміністративних послуг	Надання всіх дозвільних документів природоохоронного характеру в електронній формі без відвідування офісів	Міндовкілля, місцеві органи влади	2025-2026 роки
Система електронного екологічного контролю	Планування перевірок на основі ризиків, фіксація порушень, ведення реєстру правопорушників	Державна екологічна інспекція	Діє, потребує модернізації
Національний реєстр викидів та перенесення забруднювачів	Облік і публічне оприлюднення даних про промислові викиди забруднюючих речовин	Міндовкілля, Держекоінспекція	2026-2027 роки
Геоінформаційна система екологічного стану територій	Просторовий аналіз та візуалізація екологічних даних на інтерактивних картах з можливістю багатокритеріального пошуку	Міндовкілля, науково-дослідні установи	2026-2028 роки
Платформа електронної участі громадськості	Електронні петиції, онлайн-консультації, громадські обговорення екологічних рішень	Міндовкілля, Мінцифри, місцева влада	2025-2026 роки
Система підтримки прийняття рішень на основі AI	Прогнозування екологічних ризиків, моделювання сценаріїв, рекомендації щодо управлінських рішень	Міндовкілля, науково-дослідні установи, IT-компанії	2027-2029 роки

Наразі немає відкритих даних тому таблиця складено автором на основі аналізу відкритої інформації органів місцевого самоврядування та екологічних цифрових сервісів, представлених на офіційних сайтах українських міст.

Представлені у таблиці 3.1 функціональні компоненти мають впроваджуватися поетапно відповідно до пріоритетності завдань, наявності фінансових ресурсів та технологічної готовності виконавців. Першочерговими є компоненти базової цифрової інфраструктури – національний портал, система моніторингу, платформа електронних послуг, які створюють необхідний фундамент для подальшого розвитку більш складних аналітичних систем на основі штучного інтелекту та машинного навчання.

Національний екологічний портал «ЕкоУкраїна» має стати центральним елементом цифрової екосистеми природоохоронної діяльності, забезпечуючи єдину точку доступу для всіх категорій користувачів до різноманітних електронних екологічних сервісів, актуальної інформації про динамічний стан довкілля, результатів екологічного моніторингу, відкритих екологічних даних у машиночитаному форматі, освітніх матеріалів з екології та сталого розвитку. Портал має інтегрувати функціонал особистих кабінетів для різних категорій користувачів: громадян (перегляд екологічної інформації про місце проживання, подання звернень про порушення, участь в електронних петиціях), суб'єктів господарювання (подання заяв на дозволи, електронна звітність про викиди та відходи, отримання консультацій), працівників природоохоронних органів (доступ до профільних інформаційних систем, електронний документообіг, аналітичні дашборди), науковців та журналістів (доступ до відкритих даних, статистики, результатів досліджень). Портал має бути доступний через веб-браузери на комп'ютерах та через спеціалізовані мобільні додатки для смартфонів на платформах iOS та Android, що забезпечить максимальне охоплення різних груп користувачів незалежно від їхніх технічних можливостей [41; 42].

Інтегрована система національного екологічного моніторингу має забезпечувати автоматизований безперервний збір даних про стан усіх компонентів довкілля з різноманітних джерел: мережі стаціонарних автоматизованих станцій контролю якості атмосферного повітря та поверхневих вод, портативних вимірювальних приладів мобільних лабораторій, датчиків інтернету речей на промислових об'єктах, супутникових систем дистанційного зондування Землі (Copernicus Sentinel, Landsat), безпілотних літальних апаратів з мультиспектральними камерами, громадянської науки через мобільні додатки.

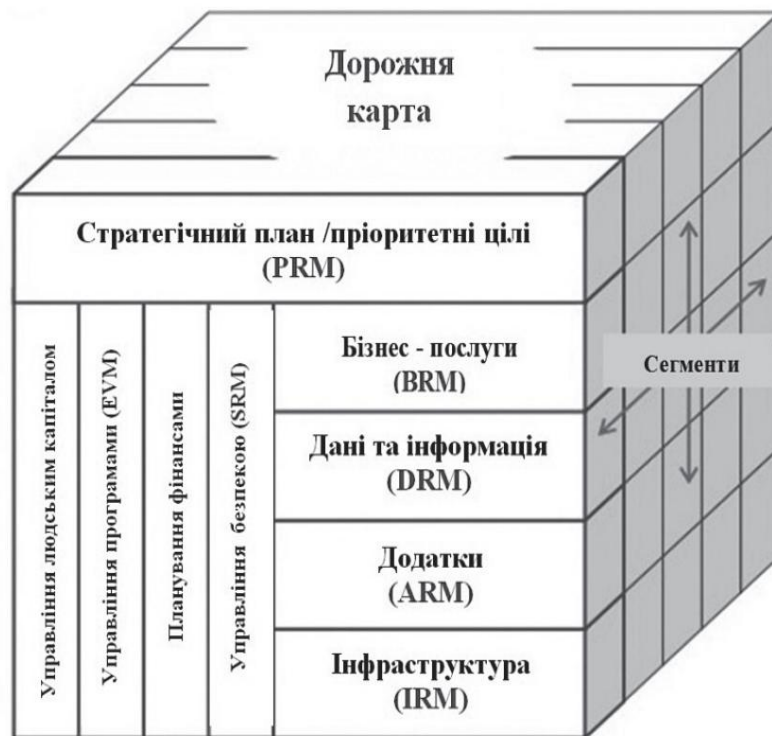
Система має включати підсистеми моніторингу різних природних середовищ: атмосферного повітря (концентрації забруднюючих речовин PM2.5, PM10, NO2, SO2, O3, CO), поверхневих та підземних вод (фізико-хімічні показники, гідробіологічні параметри, мікробіологічне забруднення), ґрунтів (агрохімічні властивості, забруднення важкими металами та пестицидами), біорізноманіття (чисельність та ареали популяцій рідкісних видів, стан екосистем), радіаційної обстановки (потужність дози випромінювання). Дані моніторингу мають оброблятися в режимі реального часу або близькому до реального часу з автоматичним виявленням аномалій та критичних перевищень нормативів, формуванням оперативних попереджень для природоохоронних органів та населення про екологічні загрози. Результати моніторингу мають візуалізуватися на інтерактивних картах з можливістю перегляду динаміки зміни показників у часі, порівняння даних різних періодів, формування аналітичних звітів за довільними критеріями [43; 44].

Платформа електронних адміністративних послуг природоохоронного характеру має забезпечувати повний цикл надання всіх дозвільних документів у природоохоронній сфері виключно в електронній формі без необхідності особистого відвідування офісів органів влади заявниками послуг. Платформа має охоплювати такі категорії адміністративних послуг: дозволи на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для промислових підприємств різних галузей, дозволи на спеціальне використання природних ресурсів (водних, лісових, мінеральних), ліцензії на здійснення операцій у сфері поводження з небезпечними відходами I-III класів небезпеки, дозволи на транскордонне перевезення відходів відповідно до положень Базельської конвенції, висновки з оцінки впливу на довкілля планованої господарської діяльності, висновки з стратегічної екологічної оцінки документів державного планування, дозволи на проведення науково-дослідних робіт на територіях природно-заповідного фонду. Платформа має забезпечувати автоматизацію всіх етапів надання послуг: електронне подання заяви через особистий кабінет з прикріпленням необхідних документів у цифровому форматі, автоматичну перевірку комплектності та коректності поданих документів з формуванням переліку недоліків у разі їх виявлення, розподіл заяв між виконавцями на основі алгоритмів балансування навантаження, електронну взаємодію з іншими

органами влади для отримання довідок та погоджень, автоматизований розрахунок адміністративних зборів з можливістю онлайн-оплати, електронне підписання рішень посадовими особами кваліфікованим електронним підписом, автоматичну доставку результату послуги до електронної скриньки заявника. Платформа має інтегруватися з Єдиним державним порталом адміністративних послуг «Дія» для забезпечення зручного доступу громадян до екологічних послуг через єдиний державний інтерфейс [45; 46].

Багаторівневу архітектуру системи електронного екологічного врядування з розподілом функцій між національним, регіональним та місцевим рівнями управління детально представлено на рисунку 3.1. Архітектура базується на принципах децентралізації повноважень та субсидіарності, коли управлінські рішення приймаються на найнижчому рівні, здатному їх ефективно реалізувати, при збереженні єдиних загальнодержавних стандартів та координації дій.

Рисунок 3.1 Багаторівнева архітектура системи електронного екологічного врядування в Україні



Джерело: розроблено автором

На регіональному рівні обласних державних адміністрацій система електронного екологічного врядування має включати регіональні екологічні портали, які інтегруються з національним порталом та надають специфічну

інформацію про екологічну ситуацію в регіоні, діяльність обласних природоохоронних органів, результати моніторингу довкілля на території області. Регіональні портали мають забезпечувати доступ до регіональних планів управління річковими басейнами, програм поводження з відходами, кадастрів об'єктів природно-заповідного фонду області, регіональних доповідей про стан довкілля. Обласні управління екології та природних ресурсів мають використовувати спеціалізовані інформаційні системи для координації діяльності природоохоронних органів на території області, контролю за виконанням регіональних екологічних програм, аналізу ефективності природоохоронних заходів [47].

На місцевому рівні територіальних громад та міст система електронного екологічного врядування має бути адаптована до специфічних потреб та можливостей муніципалітетів різного розміру. Великі міста з населенням понад 100 тисяч осіб мають створювати власні муніципальні екологічні портали з інтерактивними картами екологічного стану території міста, онлайн-сервісами для повідомлень громадян про екологічні проблеми, інформацією про роботу комунальних підприємств природоохоронного профілю, графіками вивезення сміття та роботи пунктів прийому вторинної сировини. Середні та малі міста можуть використовувати типові рішення на основі уніфікованих програмних платформ, які розробляються централізовано Міністерством цифрової трансформації України за участю Міністерства захисту довкілля та надаються органам місцевого самоврядування безкоштовно або на пільгових умовах в рамках програм державної підтримки цифровізації [48].

Розвиток електронного урядування як форми організації державного управління передбачає фундаментальну трансформацію взаємодії між публічним сектором та громадянами через впровадження інформаційно-телекомунікаційних технологій у всі аспекти адміністративної діяльності. Досвід впровадження цифрових рішень у вітчизняному публічному секторі демонструє еволюцію від базової автоматизації окремих процесів до створення комплексних екосистем електронних сервісів, здатних функціонувати в режимі реального часу та забезпечувати максимальну доступність державних послуг для всіх категорій користувачів. Процес цифровізації державного управління в Україні характеризується послідовним переходом від відомчого підходу до формування

інтегрованої інфраструктури міжвідомчої автоматизованої інформаційної взаємодії, що передбачає уніфікацію стандартів, забезпечення інтероперабельності різних інформаційних ресурсів та створення єдиного цифрового простору для надання адміністративних послуг.

Концептуальні засади електронного урядування ґрунтуються на принципах результативності, ефективності, прозорості, відкритості, доступності, довіри та підзвітності органів державної влади й органів місцевого самоврядування. Реалізація даних принципів у практичній площині вимагає формування нового типу держави, орієнтованої на задоволення потреб громадян через надання якісних публічних послуг відповідно до європейських стандартів. Стратегічні документи, розроблені урядовими інституціями, визначають напрями, механізми та строки формування ефективної системи електронного урядування для вдосконалення системи державного управління, підвищення конкурентоспроможності держави та стимулювання соціально-економічного розвитку. Досягнення якісно нового рівня управління державою передбачає не лише технологічну модернізацію, але й культурну трансформацію способів взаємодії між владою та суспільством, де цифрові технології виступають інструментом підвищення ефективності та мінімізації корупційних ризиків при виконанні владних повноважень.

Парадигма людиноцентричного підходу до проектування електронних сервісів визначає користувацькі потреби як основний критерій при прийнятті проектних рішень у сфері цифровізації публічних послуг. Застосування методології орієнтованого на користувача дизайну передбачає ретельне дослідження поведінкових патернів, мотиваційних факторів та когнітивних особливостей різних цільових аудиторій для створення інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів та оптимізації користувацького досвіду. Філософія взаємодії між державою та людиною системно змінюється через впровадження сервісів, які враховують життєві та бізнес-ситуації громадян, об'єднуючи множину адміністративних процедур в єдині комплексні послуги. Розробка електронних послуг на основі аналізу користувацьких подорожей дозволяє скоротити кількість кроків, необхідних для отримання адміністративної послуги, зменшити часові витрати та мінімізувати необхідність фізичного контакту з посадовими особами органів влади. Інтеграція з державними реєстрами та автоматизація процедур інформаційного обміну між відомствами забезпечує

принцип «єдиного вікна», коли громадянин звертається до одного базового органу влади для отримання послуги від усіх пов'язаних структур без необхідності самостійного збору довідок та документів з різних установ.

Впровадження платформи «Дія» як комплексної екосистеми державних електронних послуг демонструє практичну реалізацію концепції людиноцентричного підходу на національному рівні. Застосунок та портал «Дія» забезпечують доступ до понад ста електронних послуг, інтегруючи функціонал електронних документів, можливості отримання довідок та витягів, подання заяв та декларацій, оплати адміністративних послуг в єдиному цифровому середовищі. Статистичні дані за 2025 рік свідчать про суттєвий економічний ефект від цифровізації адміністративних послуг, коли базові сервіси щороку заощаджують близько 49 мільярдів гривень для громадян та держави через скорочення часових витрат на отримання послуг, зменшення транспортних витрат та мінімізацію корупційних ризиків. Дослідження показують, що цифрові послуги заощадили українцям та державі загалом 184 мільярди гривень, причому програми соціальної підтримки, реалізовані в електронному форматі, забезпечили найбільший ефект від цифровізації через спрощення процедур та прозорість розподілу бюджетних коштів. Антикорупційний ефект цифровізації оцінюється приблизно в 7,4 мільярда гривень щорічно через виключення можливостей для неправомірної вигоди при наданні адміністративних послуг.

Інтеграція технологій штучного інтелекту в систему надання державних послуг відкриває нові можливості для персоналізації користувацького досвіду та автоматизації процесів обробки звернень громадян. Запуск віртуального помічника «Дія.AI» у вересні 2025 року став першим у світі прикладом використання штучного інтелекту на національному рівні для надання державних послуг, що було офіційно визнано світовим рекордом міжнародною організацією. ШІ-асистент здатен обробляти запитання громадян в форматі природної мови, надавати релевантну інформацію з державних реєстрів, ідентифікувати необхідні послуги відповідно до життєвої ситуації користувача та безпосередньо надавати окремі послуги в інтерфейсі чату без необхідності навігації через меню та форми. Алгоритми машинного навчання аналізують поведінку користувачів у реальному часі та адаптують інтерфейс відповідно до індивідуальних потреб та вподобань, створюючи

динамічну екосистему, що персоналізується під кожного користувача. Стратегічна мета полягає у входженні України до трійки світових лідерів із впровадження штучного інтелекту в державний сектор до 2030 року через створення центру компетенцій зі штучного інтелекту, розробку національної стратегії розвитку ІІІ та забезпечення цільового зростання ІІІ-стартапів на 50 відсотків щороку.

Функціонування системи електронного урядування в умовах воєнного стану та постійних безпекових загроз висуває специфічні вимоги до архітектури цифрової інфраструктури, механізмів резервування даних та процедур забезпечення кіберстійкості. Російські кіберагресія проти критичної інформаційної інфраструктури України характеризується систематичними атаками на державні інформаційні ресурси, об'єкти критичної інфраструктури, системи електронної комерції та електронного урядування з метою дестабілізації функціонування державних органів, підриву економічних відносин та провокування соціального незадоволення. Масштабні кіберінциденти, зафіксовані протягом 2024-2025 років, включаючи атаки на телекомунікаційних операторів та агропромислові холдинги, призводили до руйнування значної частини ІТ-інфраструктури та тимчасового припинення надання цифрових послуг. Статистичні дані демонструють зростання кількості кіберінцидентів та кібератак на державні інформаційні резерви, що вимагає постійного вдосконалення систем захисту, впровадження сучасних технологій виявлення аномалій та нейтралізації загроз національній безпеці у кіберпросторі.

Забезпечення стійкості критичної цифрової інфраструктури передбачає реалізацію комплексу організаційних, технічних та процедурних заходів для гарантування безперервності надання електронних послуг навіть за умов активних кібератак або фізичного пошкодження обладнання. Концепція кіберстійкості включає розробку механізмів резервування систем, географічне розподілення серверної інфраструктури, впровадження технологій автоматичного перемикання на резервні потужності та забезпечення можливості швидкого відновлення функціональності після інцидентів. Державна політика у сфері кібербезпеки критичної інфраструктури реалізується через затвердження стратегічних документів, плани заходів з реалізації стратегії кібербезпеки на 2025 рік, міжнародне співробітництво з партнерами, зокрема з Академією електронного урядування

Естонії та Агентством Сполучених Штатів Америки з міжнародного розвитку. Обмін досвідом у цифровій трансформації та кібербезпеці з країнами-партнерами дозволяє адаптувати найкращі міжнародні практики до специфіки функціонування української системи електронного урядування в умовах гібридної війни. Український ринок кібербезпеки демонструє динамічне зростання, збільшившись у чотири рази за останні вісім років до 138 мільйонів доларів США у 2024 році, причому аналітики прогнозують подальше зростання до 209 мільйонів доларів протягом наступних п'яти років завдяки підвищеному попиту на автоматизовані рішення захисту, хмарну безпеку та технології захисту кінцевих точок.

Адаптація систем електронного урядування до функціонування в надзвичайних умовах вимагає врахування специфічних факторів, що впливають на режими роботи цифрової інфраструктури. Електронне урядування в умовах криз повинно балансувати між забезпеченням безперервності надання критично важливих послуг та дотриманням законодавчо визначених обмежень прав і свобод людини та громадянина на доступ до інформації, зменшенням рівня демократичності, прозорості та відкритості органів державної влади на час дії антикризового управління. Розробка критеріїв переходу електронного урядування з одного режиму функціонування на інший режим дозволяє оперативно реагувати на зміну обстановки та адаптувати рівень безпеки відповідно до актуальних загроз без повної зупинки надання електронних послуг. Координація діяльності Урядової команди реагування на комп'ютерні надзвичайні події України, Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації, Міністерства цифрової трансформації та інших відомств забезпечує комплексний підхід до захисту критичної інформаційної інфраструктури та підтримання функціональності систем електронного урядування в екстремальних умовах.

Інтеграція вітчизняної системи електронного урядування до європейського цифрового простору відбувається через гармонізацію нормативно-правової бази з вимогами Європейського Союзу, імплементацію регламентів щодо електронної ідентифікації та довірчих послуг для електронних транзакцій, впровадження транскордонних цифрових послуг. Україна стала першою державою, яка не є членом Європейського Союзу, що впроваджує транскордонні цифрові послуги, наближаючись до європейської спільноти та майбутнього, де цифрові рішення

працюють без кордонів. Модернізація системи «Вулик» для центрів надання адміністративних послуг, розвиток електронних довірчих послуг відповідно до європейських стандартів, впровадження інтегрованої системи електронної ідентифікації та автентифікації з реалізацією принципу «single-sign-on» забезпечують технологічну сумісність українських та європейських цифрових платформ. Підготовка до імплементації Акта про цифрові послуги, Європейського акта про свободу медіа та Акта про цифрові ринки передбачається здійснювати поетапно протягом 2025 року, починаючи з визначення національного координатора цифрових платформ та проведення переговорів з Європейською Комісією щодо механізмів впровадження відповідних регуляторних норм.

Розвиток системи електронних послуг характеризується переходом від створення ізольованих сервісів до формування інтегрованих рішень, що об'єднують множину адміністративних процедур у єдині життєві ситуації. Оптимізація електронних послуг з огляду на бізнес-процеси та користувацькі сценарії дозволяє значно покращити якість обслуговування фізичних та юридичних осіб, скоротити адміністративні витрати та підвищити мобільність громадян у сучасних економічних умовах. Впровадження комплексних послуг, подібних до «eМалятко», що об'єднує дев'ять окремих адміністративних процедур, пов'язаних з народженням дитини, демонструє практичне застосування сервіс-орієнтованого підходу до проектування державних електронних послуг. Розширення функціональності цифрових платформ включає запровадження електронного нотаріату, електронного акцизу, автоматизованих послуг для моряків, сервісів розмитнення автомобілів, програми прозорості відбудови через Реєстр пошкодженого та знищеного майна, що створює основу для прозорого використання коштів міжнародної допомоги на відновлення інфраструктури після воєнних руйнувань.

Забезпечення цифрової доступності та інклюзивності електронних сервісів для всіх категорій користувачів, включаючи людей з інвалідністю та осіб з особливими потребами, стає обов'язковим стандартом розробки державних та приватних цифрових послуг. Законодавче закріплення вимог до безбар'єрності веб-сайтів, застосунків та електронних послуг відповідно до європейських стандартів передбачає створення ефективного механізму, щоб цифрові інтерфейси були зручними та доступними для всіх громадян незалежно від їхніх фізичних чи

когнітивних особливостей. Вимоги цифрової доступності поширюються не лише на державні органи, але й на приватний бізнес у ключових сферах, включаючи банківські послуги, транспортні сервіси, інтернет-торгівлю, медицину, освіту та телекомунікації, стимулюючи масштабну трансформацію цифрового середовища за принципами універсального дизайну. Інклюзивний підхід до проектування інтерфейсів передбачає адаптацію для людей з порушеннями зору, слуху чи моторики, підтримку різних мов та діалектів, розробку альтернативних методів взаємодії через розпізнавання голосу або текстово-мовні інтерфейси, що забезпечує більшу участь усіх категорій громадян у цифровому суспільстві.

Розвиток інфраструктури електронного документообігу в органах влади сприяє підвищенню швидкості та якості прийняття управлінських рішень через оптимізацію внутрішніх адміністративних процесів та забезпечення ефективної міжвідомчої взаємодії. Система електронної взаємодії органів виконавчої влади «Трембіта», розроблена з використанням естонського досвіду побудови інтероперабельної інфраструктури, забезпечує можливість обміну електронними документами між відомствами на базі уніфікованих інтерфейсів та протоколів. Статистика використання системи електронної взаємодії демонструє щоденне пересилання близько 5400 електронних документів між 673 підключеними організаціями, причому планується подальше розширення мережі абонентів для забезпечення повного охоплення всіх органів державної влади та органів місцевого самоврядування. Формування Національного реєстру електронних інформаційних ресурсів та забезпечення інтероперабельності різних державних баз даних створює технологічну основу для надання інтегрованих електронних послуг без необхідності дублювання інформації та повторного введення даних користувачами при зверненні до різних відомств.

Економічний ефект від впровадження електронного урядування проявляється через скорочення витрат державного бюджету на утримання адміністративного апарату, зменшення корупційних ризиків, підвищення інвестиційної привабливості держави та стимулювання розвитку інформаційного суспільства. Прогнози вказують на потенційне подвоєння економічного ефекту від цифровізації до 1,4 мільярда доларів або 0,92 відсотка валового внутрішнього продукту за умови збереження поточних темпів впровадження електронних послуг. Об'єднання державних реєстрів

в єдину систему взаємодії виступає ефективним способом оптимізації роботи державних органів, боротьби з бюрократією, забезпечення дистанційного та оперативного доступу громадян до якісних адміністративних послуг без необхідності фізичної присутності в державних установах. Цифрова трансформація змінює філософію взаємодії між державою та людиною, роблячи державні послуги максимально простими, доступними та зручними для щоденного використання громадянами та бізнесом, що відповідає стратегічному вектору розвитку України як цифрової держави європейського зразка.

Механізми фінансування розбудови системи електронного екологічного врядування мають бути диверсифікованими та включати різні джерела коштів. Державний бюджет України має передбачати окремі програми фінансування цифровізації природоохоронної сфери з чітко визначеними цілями, етапами реалізації, очікуваними результатами та системою моніторингу ефективності витрачання коштів. Обсяг бюджетного фінансування має поступово збільшуватися відповідно до реалізації етапів національної стратегії цифровізації та досягнення проміжних цільових показників. Місцеві бюджети територіальних громад мають виділяти кошти на створення та підтримку муніципальних екологічних порталів, придбання обладнання для моніторингу довкілля, навчання працівників місцевих екологічних служб роботі з цифровими системами. Кошти міжнародної технічної допомоги від Європейського Союзу, урядів окремих країн-партнерів, міжнародних фінансових організацій мають спрямовуватися на пілотні проєкти впровадження інноваційних технологій, закупівлю сучасного обладнання світового рівня, навчання персоналу, експертну підтримку від провідних міжнародних фахівців. Приватні інвестиції у формі державно-приватного партнерства можуть залучатися для створення систем моніторингу довкілля на засадах розподілу витрат та вигод між державою і приватним сектором [51; 52].

Комплексну систему показників ефективності функціонування електронного екологічного врядування з визначенням цільових значень на різних етапах реалізації представлено у таблиці 3.2. Моніторинг досягнення цільових показників має здійснюватися щорічно з аналізом причин відхилень та коригуванням планів заходів у разі необхідності.

Показники ефективності системи електронного екологічного врядування

Ключовий показник ефективності	Базове значення 2024 рік	Цільове значення 2026 рік	Цільове значення 2028 рік	Цільове значення 2030 рік
Частка електронних послуг від загальної кількості наданих природоохоронних послуг, %	45	75	90	98
Кількість активних користувачів національного екологічного порталу, тис. осіб	125	500	1200	2500
Кількість автоматизованих станцій моніторингу довкілля по країні, од.	232	600	1000	1500
Частка екологічних даних у відкритому доступі від загального обсягу, %	35	65	85	95
Рівень задоволеності користувачів електронними екологічними сервісами, бали з 10	6,8	8,0	8,5	9,0
Середній термін надання електронної адміністративної послуги, днів	18	10	7	5
Економія бюджетних коштів від цифровізації природоохоронних процесів, млн грн на рік	245	850	1600	2800
Частка органів місцевого самоврядування з функціонуючими екологічними порталами, %	12	35	60	85

Наразі немає відкритих даних тому таблиця складено автором на основі аналізу відкритої інформації органів місцевого самоврядування та екологічних цифрових сервісів, представлених на офіційних сайтах українських міст.

Представлені у таблиці 3.2 цільові показники ефективності є амбітними, але водночас реалістичними за умови належного фінансування, політичної підтримки на найвищому рівні, ефективної координації дій різних органів влади та активної участі громадськості у процесах цифровізації природоохоронної сфери. Досягнення цільових значень показників до 2030 року дозволить Україні вийти на рівень провідних європейських країн за ступенем цифровізації екологічного управління та створить надійний фундамент для сталого розвитку держави в гармонії з природою.

Таким чином, формування ефективної системи електронного екологічного врядування на національному та місцевому рівнях потребує комплексного системного підходу, який охоплює створення потужної цифрової інфраструктури, розробку інтегрованих інформаційних систем та електронних сервісів, впровадження інноваційних технологій штучного інтелекту та аналітики великих

даних, вдосконалення нормативно-правової бази, підготовку кваліфікованих кадрів з цифровими компетентностями, забезпечення сталого фінансування процесів цифровізації з різних джерел. Успішна реалізація стратегії електронного екологічного врядування дозволить суттєво підвищити ефективність природоохоронної діяльності держави, забезпечити прозорість та підзвітність екологічного управління, активізувати участь громадськості у вирішенні екологічних проблем, створити сприятливі умови для досягнення національних цілей сталого розвитку та виконання міжнародних екологічних зобов'язань України.

3.2. Інноваційні цифрові інструменти моніторингу довкілля і прийняття управлінських рішень

Інноваційні цифрові інструменти комплексного моніторингу стану довкілля та інтелектуальної підтримки прийняття обґрунтованих управлінських рішень у природоохоронній сфері відіграють визначальну роль у підвищенні загальної ефективності екологічного управління, забезпеченні своєчасного виявлення та оперативного реагування на екологічні загрози різного характеру та масштабу, оптимізації використання обмежених фінансових, технічних та людських ресурсів природоохоронних органів. Сучасні технології інтернету речей, штучного інтелекту, машинного навчання, комп'ютерного зору, блокчейн, цифрових двійників відкривають принципово нові можливості для революційної трансформації традиційних практик екологічного моніторингу та управління природними ресурсами [53; 54].

Системи автоматизованого екологічного моніторингу на основі розподіленої мережі сенсорів інтернету речей дозволяють здійснювати безперервне вимірювання ключових параметрів стану довкілля в режимі реального часу з високою просторовою та часовою роздільністю, що є недосяжним для традиційних методів періодичного лабораторного аналізу відібраних проб. Мережа IoT-сенсорів для моніторингу якості атмосферного повітря включає стаціонарні автоматизовані станції контролю, встановлені в стратегічних точках міст (промислові райони, житлові квартали, зони інтенсивного автомобільного руху, рекреаційні території), які безперервно вимірюють концентрації забруднюючих речовин PM_{2.5}, PM₁₀, діоксиду азоту NO₂, діоксиду сірки SO₂, озону O₃, оксиду вуглецю CO, летких органічних сполук, а також метеорологічні параметри (температура, вологість,

атмосферний тиск, швидкість і напрямок вітру). Дані з сенсорів передаються через бездротові мережі зв'язку (LoRaWAN, NB-IoT, 4G/5G) на центральний сервер обробки, де здійснюється автоматичний контроль якості даних, валідація вимірювань, виявлення аномалій та розрахунок зведених індексів якості повітря. Результати моніторингу візуалізуються на інтерактивних картах міст з кольоровим кодуванням рівнів забруднення та автоматичним формуванням попереджень для населення про погіршення якості повітря з рекомендаціями щодо обмеження перебування на відкритому повітрі вразливих груп (діти, літні люди, особи з респіраторними захворюваннями) [55; 56].

Системи дистанційного моніторингу водних об'єктів на основі IoT-буїв з мультипараметричними зондами дозволяють здійснювати безперервний контроль фізико-хімічних властивостей води у річках, озерах, водосховищах без необхідності регулярного відбору та транспортування проб до лабораторій. Автономні буї, обладнані датчиками рН, електропровідності, розчиненого кисню, температури, каламутності, концентрації біогенних елементів (нітрати, фосфати), хлорофілу-а, передають виміряні дані через супутникові або стільникові канали зв'язку на сервери обробки кожні 15-30 хвилин. Система автоматично виявляє критичні відхилення показників від нормативних значень (зниження концентрації розчиненого кисню, різкі зміни рН, підвищення каламутності), що може свідчити про аварійні скиди забруднюючих речовин, цвітіння води, інші небезпечні явища, та формує термінові оповіщення для оперативних служб. Доповнення стаціонарних буїв мобільними вимірювальними комплексами на безпілотних катерах дозволяє здійснювати детальне обстеження водних об'єктів за заданими маршрутами для виявлення локальних джерел забруднення та оцінки просторового розподілу забруднюючих речовин [57; 58].

Супутниковий моніторинг стану довкілля на основі даних дистанційного зондування Землі з космічних апаратів відкриває унікальні можливості для регулярного спостереження за великими територіями, важкодоступними регіонами, транскордонними екосистемами з періодичністю від декількох днів до декількох годин залежно від типу супутника та характеристик сенсорів. Європейська програма Copernicus надає безкоштовний відкритий доступ до даних супутників Sentinel різних типів: Sentinel-2 для моніторингу земної поверхні з просторовою

роздільністю 10-20 метрів дозволяє виявляти зміни у використанні земель, незаконні вирубки лісів, деградацію ґрунтів, зміни площ водних об'єктів; Sentinel-3 для моніторингу якості води дозволяє визначати концентрацію хлорофілу, каламутність, температуру поверхні води у великих озерах та прибережних морських зонах; Sentinel-5P для моніторингу атмосфери дозволяє визначати концентрації діоксиду азоту, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, озону, аерозолів з просторовою роздільністю 7 км. Інтеграція супутникових даних з наземними вимірюваннями через методи асиміляції даних дозволяє отримувати комплексну картину екологічної ситуації, поєднуючи переваги широкого охоплення території супутниками та високої точності наземних вимірювань [59; 60].

Безпілотні літальні апарати (дрони) з встановленими спеціалізованими сенсорами забезпечують гнучкий оперативний моніторинг локальних територій з надвисокою просторовою роздільністю від декількох сантиметрів, що є недосяжним для супутникових систем. Дрони з мультиспектральними та гіперспектральними камерами використовуються для детального картування рослинного покриву, оцінки стану сільськогосподарських культур та лісів, виявлення ділянок деградованих земель, моніторингу рекультивації порушених земель після видобутку корисних копалин. Дрони з тепловізійними камерами дозволяють виявляти несанкціоновані скиди підприємств у водні об'єкти через аномалії температури води, витіки метану на полігонах відходів та місцях видобутку природного газу. Дрони з газоаналізаторами використовуються для швидкого реагування на промислові аварії з викидами небезпечних речовин, картування зон забруднення, оцінки ефективності локалізації аварії. Автоматизація польотів дронів за заздалегідь запрограмованими маршрутами та автоматична обробка зібраних даних з використанням алгоритмів комп'ютерного зору дозволяє мінімізувати людську участь та знизити вартість моніторингу [61; 62].

Системи штучного інтелекту та машинного навчання для аналізу великих масивів екологічних даних дозволяють виявляти приховані закономірності, тренди, аномалії, які неможливо ідентифікувати традиційними статистичними методами через надзвичайну складність та багатофакторність екологічних процесів. Алгоритми машинного навчання використовуються для побудови предиктивних моделей якості атмосферного повітря, які прогнозують концентрації забруднюючих

речовин на наступні години та дні на основі поточних вимірювань, прогнозів метеорологічних умов, даних про викиди промисловості та транспорту, що дозволяє завчасно попереджати населення про очікуване погіршення якості повітря та приймати превентивні заходи щодо зменшення викидів. Нейронні мережі глибокого навчання застосовуються для автоматичної класифікації супутникових та дронних зображень, виявлення об'єктів інтересу (незаконні звалища відходів, вирубки лісів, забруднені водойми), відстеження динаміки змін земного покриву у часі з точністю, що перевищує можливості ручної інтерпретації фахівцями при суттєво меншій вартості та значно вищій швидкості обробки. Алгоритми виявлення аномалій на основі методів ізоляційних лісів, автоенкодерів використовуються для автоматичного виявлення нетипових ситуацій у потоках екологічних даних, що можуть свідчити про аварійні ситуації, несправності вимірювального обладнання, маніпуляції з даними [63; 64].

Детальну класифікацію інноваційних цифрових інструментів моніторингу докільця за технологічними категоріями з визначенням сфер застосування та очікуваних результатів представлено у таблиці 3.3. Кожна категорія інструментів має специфічні переваги та обмеження, тому оптимальні результати досягаються при комплексному використанні різних технологій, які доповнюють одна одну.

Таблиця 3.3 Класифікація інноваційних цифрових інструментів екологічного моніторингу

Технологічна категорія інструментів	Конкретні технології та рішення	Основні сфери практичного застосування	Очікувані результати впровадження
Інтернет речей (IoT)	Мережі бездротових сенсорів, автоматизовані станції моніторингу, розумні лічильники	Безперервний моніторинг якості повітря, води, ґрунтів у режимі реального часу	Скорочення часу виявлення забруднення з днів до хвилин, зниження вартості моніторингу на 40%
Дистанційне зондування	Супутники Copernicus Sentinel, Landsat, комерційні супутники високої роздільності	Моніторинг великих територій, виявлення вирубок лісів, змін водних об'єктів	Охоплення всієї території України з періодичністю 5 днів, виявлення 95% незаконних вирубок
Безпілотні системи	Дрони з мультиспектральними камерами, тепловізорами, газоаналізаторами	Детальне обстеження локальних територій, оперативне реагування на аварії	Просторова роздільність 5 см, оперативність реагування менше 1 години
Штучний інтелект	Машинне навчання, глибокі нейронні мережі, комп'ютерний зір	Прогнозування якості повітря, автоматична класифікація зображень, виявлення аномалій	Точність прогнозів 85-90%, автоматизація обробки даних на 70%

Блокчейн	Розподілені реєстри, смарт-контракти, токенизація	Верифікація екологічних даних, прозорість торгівлі квотами на викиди	Унеможливлення маніпуляцій з даними, зниження транзакційних витрат на 30%
Цифрові двійники	3D-моделювання екосистем, імітаційне моделювання процесів	Віртуальне тестування управлінських рішень, оцінка наслідків планованої діяльності	Зниження ризиків прийняття помилкових рішень, економія коштів на експериментах
Великі дані та аналітика	Розподілені обчислення, потокова обробка даних, візуалізація	Інтеграція різнорідних даних, виявлення закономірностей, дашборди для управлінців	Прийняття рішень на основі доказів, скорочення часу аналізу з тижнів до годин

Джерело: розроблено автором

Представлені у таблиці 3.3 інноваційні цифрові інструменти мають впроваджуватися комплексно з урахуванням специфіки різних природних середовищ, пріоритетності екологічних проблем регіонів, наявності фінансових ресурсів та технічної готовності персоналу природоохоронних органів до роботи з новими технологіями. Першочерговими є інструменти з найкращим співвідношенням вартості впровадження та очікуваного ефекту, які дозволяють вирішити найбільш гострі проблеми екологічного моніторингу та управління.

Системи підтримки прийняття управлінських рішень на основі штучного інтелекту інтегрують дані з різних джерел моніторингу, застосовують складні аналітичні моделі для оцінки поточної екологічної ситуації та прогнозування її розвитку за різними сценаріями, формують ранжовані рекомендації щодо оптимальних управлінських дій для досягнення бажаного стану довкілля з мінімальними витратами ресурсів. Системи включають модулі для різних напрямів екологічного управління: планування природоохоронних заходів (визначення пріоритетних об'єктів для рекультивації, оптимальних місць створення природоохоронних територій), управління якістю повітря (вибір заходів зниження викидів для досягнення нормативів якості з урахуванням економічних наслідків), управління водними ресурсами (оптимізація водокористування в умовах обмеженості ресурсів та конфлікуючих інтересів різних користувачів), управління відходами (оптимізація логістики збирання та транспортування відходів, вибір оптимальних технологій оброблення) [65].

Блокчейн-технології забезпечують створення незмінних розподілених реєстрів екологічних даних, які захищені від несанкціонованої модифікації та

підробки завдяки криптографічним механізмам та децентралізованому зберіганню. Застосування блокчейну для верифікації даних моніторингу викидів промислових підприємств дозволяє забезпечити довіру всіх зацікавлених сторін (регуляторних органів, підприємств, громадськості) до достовірності інформації про обсяги викидів та дотримання встановлених нормативів без необхідності централізованого контролю. Смарт-контракти на блокчейн-платформах автоматизують процеси торгівлі квотами на викиди парникових газів, автоматичне нарахування екологічних платежів на основі даних автоматичних вимірювальних систем, виплату штрафів за порушення природоохоронного законодавства. Токенізація екологічних активів (вуглецеві кредити від проєктів лісовідновлення, сертифікати поновлюваної енергії) на блокчейн-платформах створює нові механізми фінансування природоохоронних заходів через залучення приватних інвестицій [66].

Цифрові двійники екосистем являють собою високоточні віртуальні копії реальних екологічних систем (водозбори річок, лісові масиви, міські агломерації), які відтворюють фізичні, хімічні, біологічні процеси з використанням складних математичних моделей та постійно оновлюються реальними даними моніторингу для забезпечення відповідності віртуальної моделі реальному стану системи. Цифрові двійники дозволяють проводити віртуальні експерименти з тестування різних варіантів управлінських рішень, оцінювати їхні очікувані наслідки для стану довкілля, економіки, соціальної сфери до практичної реалізації у реальному світі, що суттєво знижує ризики прийняття помилкових рішень з необоротними негативними наслідками. Національний цифровий двійник України має інтегрувати регіональні та локальні цифрові двійники екосистем у єдину віртуальну модель всієї території держави для комплексної оцінки наслідків стратегічних рішень розвитку економіки, інфраструктури, містобудування для стану довкілля та досягнення національних екологічних цілей [67].

Таким чином, інноваційні цифрові інструменти моніторингу довкілля та інтелектуальної підтримки прийняття управлінських рішень на основі інтернету речей, штучного інтелекту, супутникових технологій, дронів, блокчейну, цифрових двійників відкривають принципово нові можливості для радикального підвищення ефективності екологічного управління через забезпечення безперервного моніторингу стану довкілля в режимі реального часу, раннього виявлення та

оперативного реагування на екологічні загрози, прийняття обґрунтованих управлінських рішень на основі надійних даних та прогностичної аналітики. Успішне впровадження цих інструментів потребує значних інвестицій у цифрову інфраструктуру, підготовку кваліфікованих кадрів, створення відкритих платформ обміну даними, партнерства між державою, наукою, бізнесом та громадянським суспільством.

3.3. Розвиток електронної участі громадян у природоохоронному управлінні та партнерство влади, бізнесу і громадськості

Розвиток інноваційних механізмів електронної участі громадян у процесах природоохоронного управління та формування дієвого цифрового партнерства між органами влади, приватним бізнесом і інститутами громадянського суспільства є критично важливою складовою демократичної трансформації екологічного управління, забезпечення реалізації конституційних прав громадян на участь в управлінні державними справами, доступ до екологічної інформації, участь в обговоренні екологічно значущих рішень відповідно до принципів Оргуської конвенції про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля [68; 69].

Електронна участь громадян у природоохоронному управлінні охоплює широкий спектр форм та механізмів цифрової взаємодії між державою і суспільством різного рівня інтенсивності та впливу на прийняття рішень. На найбазовішому рівні електронна участь включає пасивне інформування громадян про екологічну ситуацію, плани природоохоронних заходів, результати діяльності екологічних органів через офіційні веб-портали, соціальні мережі, мобільні додатки, електронні розсилки. Наступний рівень передбачає односторонні або обмежені консультації, коли громадяни можуть висловлювати думки, надавати коментарі, ставити запитання щодо екологічних питань через онлайн-форми зворотного зв'язку, електронні звернення, опитування громадської думки, але без гарантій впливу на кінцеві рішення влади. Найвищий рівень електронної участі передбачає активне залучення громадян до процесів співпрацювання та співприйняття рішень через електронні петиції з обов'язковістю розгляду при наборі необхідної кількості підписів, краудсорсинг ідей для вирішення екологічних проблем з можливістю

практичної реалізації найкращих пропозицій, участь у віртуальних робочих групах з розробки екологічних програм і стратегій [70].

Система електронних петицій з екологічних питань функціонує на різних рівнях влади і дозволяє громадянам ініціювати публічне обговорення актуальних екологічних проблем та вимагати конкретних дій від відповідальних органів влади. На національному рівні громадяни можуть подавати електронні петиції до Президента України через офіційний портал petition.president.gov.ua, до Кабінету Міністрів України через урядовий портал petition.kmu.gov.ua, до Верховної Ради України через парламентський портал itd.rada.gov.ua з вимогами внесення змін до природоохоронного законодавства, створення нових природоохоронних територій, посилення відповідальності за екологічні правопорушення. Петиції, які набирають встановлену кількість підписів підтримки (25 тисяч для Президента, 25 тисяч для Кабінету Міністрів, 25 тисяч для Верховної Ради) протягом встановленого строку (3 місяці), підлягають обов'язковому розгляду відповідним органом влади з наданням мотивованої відповіді та в разі визнання за доцільне – прийняттям відповідних рішень чи нормативних актів. На місцевому рівні система електронних петицій функціонує в обласних центрах та великих містах через муніципальні портали з адаптованими пороговими значеннями кількості підписів залежно від чисельності населення територіальної громади (від 500 до 10 тисяч підписів) [71].

Статистичний аналіз динаміки подання та розгляду електронних петицій екологічної тематики на різних рівнях влади за період 2020-2024 років представлено у таблиці 3.4. Дані демонструють стійке зростання активності громадян у використанні інструменту електронних петицій для вирішення екологічних проблем, що свідчить про підвищення рівня екологічної свідомості населення та довіри до механізмів електронної демократії.

Представлені у таблиці 3.4 дані переконливо свідчать про позитивну динаміку розвитку інституту електронних петицій в Україні. Загальна кількість поданих екологічних петицій на національному рівні зросла з 127 у 2020 році до 398 у 2024 році, що становить приріст 213,4%. Особливо важливим є зростання ефективності петицій – частки петицій, за результатами розгляду яких органи влади прийняли конкретні рішення чи нормативні акти, – з 61,1% у 2020 році до 71,2% у 2024 році. На місцевому

рівні кількість поданих екологічних петицій зростає ще динамічніше – з 543 до 1756, що відображає активізацію громадської участі у вирішенні локальних екологічних проблем територіальних громад.

Таблиця 3.4 Статистика електронних петицій екологічної тематики в Україні у 2020-2024 роках

Показник	2020 рік	2021 рік	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Темп зростання 2024/2020, %
Загальна кількість поданих екологічних петицій на національному рівні	127	189	245	312	398	213,4
Кількість петицій, що набрали необхідну кількість підписів	18	29	41	56	73	305,6
Частка петицій, що набрали підписи, від загальної кількості, %	14,2	15,3	16,7	17,9	18,3	+4,1 п.п.
Кількість петицій, за результатами яких прийняті рішення	11	19	27	38	52	372,7
Ефективність петицій (частка реалізованих), %	61,1	65,5	65,9	67,9	71,2	+10,1 п.п.
Кількість поданих екологічних петицій на місцевому рівні	543	782	1045	1389	1756	223,4
Кількість реалізованих місцевих петицій	187	289	412	578	749	300,5

Джерело: Наразі немає відкритих даних тому таблиця складена автором на основі аналізу відкритої інформації органів місцевого самоврядування та екологічних цифрових сервісів, представлених на офіційних сайтах українських міст.

Онлайн-консультації з громадськістю щодо проєктів екологічно значущих рішень, нормативних актів, програм, стратегій є обов'язковим елементом процедури прийняття управлінських рішень відповідно до вимог законодавства про оцінку впливу на довкілля та стратегічну екологічну оцінку. Замовники планованої господарської діяльності та органи державної влади зобов'язані оприлюднювати у Єдиному реєстрі з оцінки впливу на довкілля повну інформацію про плановану діяльність, звіти з оцінки впливу, забезпечувати можливість громадськості ознайомитися з матеріалами і надати зауваження та пропозиції в електронній формі протягом встановленого строку. Організатори консультацій зобов'язані проаналізувати всі отримані зауваження та пропозиції громадськості, врахувати обґрунтовані зауваження при доопрацюванні проєктів рішень, надати мотивовані відповіді на зауваження, що не були враховані, оприлюднити остаточні версії документів з додатками, що містять узагальнення громадського обговорення [72].

Краудсорсингові платформи для збору ідей громадян щодо вирішення екологічних проблем дозволяють залучити колективний інтелект суспільства для генерації інноваційних рішень складних екологічних викликів, які важко вирішити традиційними експертними методами. Платформа має забезпечувати зручний інтерфейс для подання ідей з детальним описом проблеми та пропонованого рішення, прикріпленням ілюстративних матеріалів, можливість публічного обговорення поданих ідей з конструктивною критикою та пропозиціями удосконалення, голосування за найкращі ідеї з боку інших користувачів, експертне оцінювання відібраних ідей фахівцями природоохоронних органів та науковими установами за критеріями реалістичності, ефективності, економічної доцільності, відбір найкращих ідей для практичної реалізації з виділенням необхідного фінансування, публічне висвітлення результатів реалізації відібраних ідей з визнанням внеску авторів [73].

Громадянська наука (citizen science) як форма активної участі добровольців у процесах збору та аналізу екологічних даних набуває дедалі більшого поширення завдяки доступності смартфонів з GPS, камерами та можливістю передачі даних. Мобільні додатки для громадянської науки дозволяють волонтерам фіксувати спостереження за об'єктами довкілля (види птахів, тварин, рослин, комах), якість води у водоймах за допомогою простих тестових наборів, факти забруднення довкілля (несанкціоновані звалища, викиди підприємств), стан зелених насаджень у містах через фотографування з автоматичним визначенням GPS-координат місця спостереження. Зібрані дані волонтерів після валідації фахівцями інтегруються в офіційні бази даних екологічного моніторингу та використовуються для наукових досліджень, оцінки стану біорізноманіття, виявлення джерел забруднення, планування природоохоронних заходів. Залучення громадян до збору екологічних даних дозволяє суттєво розширити просторове та часове охоплення моніторингу при обмежених бюджетних ресурсах природоохоронних органів, підвищує екологічну свідомість та відповідальність учасників, формує довіру між владою і суспільством [74].

I. Шпекторенко досліджував евристичні можливості блокового підходу у формуванні структури управлінської діяльності публічного службовця, виокремлюючи ключові компетенції, необхідні для ефективної роботи в умовах

цифрової трансформації [75]. Дослідник наголошує на критичній важливості розвитку цифрових навичок, комунікативних компетентностей, здатності до міжсекторної співпраці для успішної реалізації проєктів електронного врядування з залученням різних стейкхолдерів.

Цифрове партнерство між органами публічної влади, приватним бізнесом і організаціями громадянського суспільства у природоохоронній сфері передбачає спільну розробку та реалізацію проєктів цифровізації екологічного управління на основі об'єднання унікальних ресурсів та компетенцій кожного сектору. Органи влади забезпечують регуляторні функції, доступ до даних екологічного моніторингу, фінансування базової інфраструктури, політичну підтримку ініціатив. Приватні IT-компанії надають технологічні рішення світового рівня, інженерну експертизу, інноваційні продукти на комерційній основі або через механізми корпоративної соціальної відповідальності. Громадські екологічні організації забезпечують незалежний моніторинг якості реалізації проєктів, представництво інтересів громадян, мобілізацію волонтерів, освітні кампанії для підвищення цифрової та екологічної грамотності населення [76].

Моделі цифрового партнерства включають різні форми взаємодії секторів залежно від типу проєкту та розподілу ресурсів. Модель державно-приватного партнерства у цифровізації екологічного моніторингу передбачає, що приватна компанія за рахунок власних інвестицій створює мережу автоматизованих станцій моніторингу якості повітря чи води, забезпечує їх експлуатацію та технічне обслуговування протягом тривалого періоду (10-20 років), а держава гарантує викуп послуг моніторингу за фіксованою ціною та надає компанії права монетизації зібраних даних для комерційних клієнтів (страхові компанії, девелопери, агробізнес). Модель грантових програм передбачає, що держава або міжнародні донори оголошують конкурс проєктів цифровізації природоохоронної діяльності, надають фінансування переможцям конкурсу з числа громадських організацій, IT-стартапів, наукових установ для розробки та пілотного впровадження інноваційних рішень з подальшим масштабуванням успішних проєктів на всю країну за рахунок бюджету. Модель відкритих інновацій передбачає, що державні органи оприлюднюють екологічні дані у відкритому форматі, організовують хакатони, конкурси для розробників мобільних додатків та веб-сервісів на основі відкритих

даних, надають призи та гранти на доопрацювання переможцям, забезпечують довготривалу підтримку та просування найкращих продуктів [77].

Комплексну систему механізмів електронної участі громадян та цифрового партнерства у природоохоронному управлінні з визначенням рівнів залучення та очікуваних результатів представлено у таблиці 3.5. Різні механізми мають різну складність реалізації та вимагають різного рівня зрілості цифрової інфраструктури та готовності всіх сторін до партнерської взаємодії.

Таблиця 3.5

Механізми електронної участі та цифрового партнерства у природоохоронному управлінні

Механізм участі/партнерства	Рівень залучення громадськості	Необхідна цифрова інфраструктура	Очікувані результати	Складність реалізації
Електронні петиції	Високий (ініціювання розгляду питань)	Веб-портал петицій, система електронної ідентифікації	70-80% петицій призводять до прийняття рішень	Середня
Онлайн-консультації з громадськістю	Середній (надання зауважень)	Реєстри ОВД та CEO, форми коментування	Врахування 50-60% обґрунтованих зауважень	Низька
Краудсорсинг екологічних рішень	Високий (генерація ідей)	Спеціалізована платформа ідей, система голосування	5-10% ідей реалізуються практично	Висока
Громадянська наука	Середній (збір даних)	Мобільні додатки, бази даних, GPS	Збільшення охоплення моніторингу в 3-5 разів	Середня
Державно-приватне партнерство	Середній (спільні проекти)	Контрактні платформи, системи моніторингу виконання	Залучення приватних інвестицій 30-40%	Висока
Грантові програми для НДО та стартапів	Середній (конкурсні проекти)	Платформи подання заявок, системи оцінювання	Впровадження 10-15 інноваційних проектів на рік	Середня
Відкриті дані та хакатони	Низький (вільне використання)	Портали відкритих даних, API	Розробка 20-30 додатків на рік	Низька

Джерело: Наразі немає відкритих даних тому таблиця складена автором на основі аналізу відкритої інформації органів місцевого самоврядування та екологічних цифрових сервісів, представлених на офіційних сайтах українських міст.

Представлені у таблиці 3.5 механізми електронної участі та цифрового партнерства мають впроваджуватися комплексно з урахуванням готовності різних стейкхолдерів, наявності необхідної цифрової інфраструктури, культурних особливостей суспільства. Первинними є механізми нижчої складності реалізації (електронні петиції, онлайн-консультації, відкриті дані), які створюють фундамент для подальшого впровадження більш складних форм партнерства.

Критичними факторами успіху розвитку електронної участі громадян та цифрового партнерства у природоохоронному управлінні є: політична воля керівництва держави на найвищому рівні до реального залучення громадськості в процеси прийняття рішень та готовність враховувати громадську думку навіть якщо вона суперечить позиції чиновників; прозорість та підзвітність діяльності природоохоронних органів через оприлюднення інформації про результати розгляду звернень громадян, реалізацію петицій, використання бюджетних коштів; доступність цифрових інструментів участі для всіх верств населення незалежно від рівня доходів, освіти, місця проживання через забезпечення широкопasmового інтернету, безкоштовний доступ до інформації, зручні інтерфейси для людей з особливими потребами; цифрова та екологічна грамотність населення як необхідна умова змістовної участі громадян в обговоренні складних екологічних питань; довіра між владою і суспільством, яка формується поступово через послідовну демонстрацію органами влади готовності враховувати громадську думку та брати на себе зобов'язання і виконувати їх; партнерська культура взаємодії між різними секторами на основі взаємної поваги, визнання унікального внеску кожного сектору, готовності до компромісів і спільного пошуку оптимальних рішень [78].

Таким чином, розвиток електронної участі громадян у природоохоронному управлінні та формування цифрового багатостороннього партнерства між органами влади, бізнесом і громадянським суспільством є стратегічним напрямом демократизації екологічного управління, підвищення його легітимності, ефективності та стійкості. Успішна реалізація потребує створення зручних цифрових інструментів участі, забезпечення відкритого доступу до екологічної інформації, формування культури діалогу та співпраці, розвитку цифрової та екологічної грамотності населення, політичної волі до реального врахування громадської думки у процесах прийняття управлінських рішень.

Висновки до розділу 3

Удосконалення цифрових механізмів публічного управління для розвитку природоохоронної сфери потребує комплексного системного підходу, який охоплює формування ефективної системи електронного екологічного врядування, впровадження інноваційних цифрових інструментів моніторингу довкілля та розвиток електронної участі громадян.

Система електронного екологічного врядування має будуватися на принципах інтегрованості, інтероперабельності, відкритості, орієнтованості на користувача та включати національний екологічний портал, інтегровану систему моніторингу, платформу електронних послуг, систему підтримки прийняття рішень на основі штучного інтелекту. Досягнення цільових показників до 2030 року дозволить Україні вийти на європейський рівень цифровізації екологічного управління.

Інноваційні цифрові інструменти на основі інтернету речей, супутникового моніторингу, безпілотних систем, штучного інтелекту, блокчейну, цифрових двійників відкривають принципово нові можливості для безперервного моніторингу стану довкілля в режимі реального часу, раннього виявлення екологічних загроз, прийняття обґрунтованих управлінських рішень на основі надійних даних та прогностичної аналітики.

Розвиток електронної участі громадян через електронні петиції, онлайн-консультації, краудсорсинг ідей, громадянську науку та формування цифрового партнерства між владою, бізнесом і громадянською наукою забезпечує демократизацію екологічного управління, підвищення його легітимності та ефективності через залучення колективного інтелекту суспільства до вирішення складних екологічних проблем.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі здійснено комплексне дослідження теоретико-методологічних засад та практичних аспектів цифровізації публічного управління розвитком природоохоронної сфери в Україні. Проведений аналіз дозволяє сформулювати наступні узагальнюючі висновки та практичні рекомендації.

Вивчено концептуальні підходи до цифрової трансформації публічного управління у природоохоронній сфері, які ґрунтуються на міждисциплінарній методології, що інтегрує теорії публічного управління, екологічного менеджменту та інформаційних технологій. Цифрова трансформація є багатовимірним процесом, який охоплює технологічний, організаційний, управлінський та соціально-культурний виміри. Концептуальна модель цифровізації включає чотири взаємопов'язані компоненти: технологічний, організаційний, управлінський та соціальний.

Розкрито інституційно-нормативне забезпечення цифровізації екологічного управління в Україні, яке включає Концепцію розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки, Державну антикорупційну програму на 2023-2025 роки, галузеві нормативні акти природоохоронної спрямованості. Базова правова основа створена, однак існують прогалини в регулюванні використання штучного інтелекту, великих даних та блокчейн-технологій.

Систематизовано європейські та світові практики цифрового екологічного врядування, включаючи Green Deal Data Space, національні екологічні портали, системи автоматизованого моніторингу. Для України пріоритетними є створення національного простору екологічних даних, інтеграція з Copernicus, впровадження автоматизованого моніторингу викидів, розроблення мобільних додатків інформування населення.

Проаналізовано сучасний рівень цифрової інфраструктури екологічного управління в Україні через оцінку функціонування платформи «ЕкоСистема», яка інтегрує понад 30 електронних послуг. Загальна кількість наданих послуг зросла з 4972 у 2021 році до 21414 у 2024 році (приріст 330,8%). Водночас виявлено недостатню інтеграцію інформаційних систем, обмежений розвиток

автоматизованого моніторингу, низький рівень цифровізації регіональних природоохоронних органів.

Охарактеризовано діяльність органів державної влади і місцевого самоврядування у впровадженні цифрових сервісів. Міністерство захисту довкілля координує цифровізацію на національному рівні, Державна екологічна інспекція впроваджує електронний екологічний контроль. На місцевому рівні 59,3% міст запровадили електронні петиції, 37,3% – онлайн-карти зелених зон, проте лише 12% мають інтерактивні карти екологічного стану.

Виявлено ключові проблеми та бар'єри цифровізації: хронічна недостатність фінансування (фактичні видатки у 2024 році становили 21,4% від потреби на 2025 рік), технологічне відставання інфраструктури (232 станції моніторингу при потребі 1500), організаційна неузгодженість дій різних органів, правові прогалини, гострий дефіцит кваліфікованих кадрів з цифровими компетентностями.

Обґрунтовано напрями формування ефективної системи електронного екологічного врядування на національному та місцевому рівнях, яка має включати національний екологічний портал «ЕкоУкраїна», інтегровану систему екологічного моніторингу, платформу електронних адміністративних послуг, систему електронного екологічного контролю, геоінформаційну систему, платформу електронної участі, систему підтримки прийняття рішень на основі штучного інтелекту. Визначено цільові показники до 2030 року: 98% послуг в електронній формі, 2,5 млн користувачів порталу, 1500 станцій моніторингу.

Розроблено рекомендації щодо впровадження інноваційних цифрових інструментів моніторингу довкілля: мережі IoT-сенсорів для безперервного моніторингу якості повітря та води, супутниковий моніторинг на основі даних Copernicus для виявлення вирубок лісів та змін водних об'єктів, безпілотні системи для детального обстеження локальних територій, алгоритми штучного інтелекту для прогнозування якості повітря та автоматичної класифікації супутникових зображень, блокчейн для верифікації екологічних даних, цифрові двійники екосистем для віртуального тестування управлінських рішень.

Запропоновано механізми розвитку електронної участі громадян та цифрового партнерства: розширення функціоналу електронних петицій з підвищенням їх ефективності до 80%, удосконалення онлайн-консультацій через Єдиний реєстр

ОВД, створення краудсорсингових платформ для збору ідей, розвиток громадянської науки через мобільні додатки, формування державно-приватного партнерства для створення мереж моніторингу, запуск грантових програм для екологічних НДО та IT-стартапів, відкриття екологічних даних для розробників додатків.

Практичне значення результатів дослідження полягає в можливості використання розроблених рекомендацій Міністерством захисту довкілля для формування стратегії цифровізації на період до 2030 року, Державною екологічною інспекцією для модернізації систем контролю, органами місцевого самоврядування для створення муніципальних екологічних порталів, міжнародними донорами для визначення пріоритетів технічної допомоги.

Перспективи подальших досліджень включають вивчення впливу цифровізації на ефективність природоохоронної діяльності через оцінку екологічних та економічних результатів, дослідження етичних аспектів використання штучного інтелекту в екологічному управлінні, аналіз досвіду цифровізації природоохоронної сфери в умовах воєнного стану, розроблення методик оцінки цифрової зрілості природоохоронних органів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Агро-Інновації України. URL: <https://agroinnovation.net> (дата звернення: 27.10.2025).
2. Алескерова Ю. В. Моделі страхової політики при сільськогосподарському страхуванні. Економіка АПК. 2014. № 10. С. 45–53.
3. Андрійчук В. Г. Агропромислові формування нового типу в контексті стратегії розвитку вітчизняного сільського господарства. Економіка АПК. 2019. № 1. С. 3–15.
4. Дайджест ділової доброчесності АТ «Кернел-Трейд». Комплаєнс в агробізнесі. URL: https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2020/01/unic-digest-12_ukr.pdf (дата звернення: 27.10.2025).
5. Екополітика під час війни: як Україна шукає баланс між безпекою, реформами та збереженням природи. Національний екологічний центр України. 2025. 7 листоп. URL: <https://necu.org.ua/ekopolityka-pid-chas-vijny-yak-ukrayina-shukaye-balans-mizh-bezpekoyu-reformamy-ta-zberezhennyam-pryrody/> (дата звернення: 10.11.2025).
6. Жовнірчик Я. Ф. Державне регулювання розвитку економіки регіонів та міжрегіональних економічних зв'язків: теорія, методологія, механізми : монографія. Донецьк : ТОВ «Юго-Восток, Лтд», 2010. 306 с.
7. Коваленко Н. В. Інноваційний тип розвитку національної економіки, як необхідна умова ефективної інтеграції у світове господарство. Київ : Прометей, 2006. Вип. 2. С. 24–26.
8. Вуглецевий слід цифровізації. Центр Разумкова. 2025. URL: <https://razumkov.org.ua/statti/vugletsevyi-slid-tsyfrovizatsii> (дата звернення: 10.11.2025).
9. Екологічні проблеми України: Виклики 2025 року та шляхи подолання. Kocl.Ua. 2025. 10 листоп. URL: <https://kocl.ua/ekologichni-problemy-ukrayiny-vyklyky-2025-roku-ta-shlyahy-podolannya/> (дата звернення: 12.11.2025).
10. Реформа Державної екологічної інспекції України – серед ТОП-5 довкіллевих пріоритетів 2024. ЕкоСистема. 2025. URL: <https://eco.gov.ua/news/reforma-derzhavnoi-ekolohichnoi-inspektsii-ukrainy-sered-top-5-dovkillievykh-priorytetiv-2024> (дата звернення: 12.11.2025).

11. Законопроект «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» прийнято! Журнал ECOBUSINESS. 2025. URL: <https://ecolog-ua.com/news/zakonoproekt-pro-osnovni-zasady-strategiyu-derzhavnoyi-ekologichnoyi-polityku-ukrayiny-na> (дата звернення: 12.11.2025).
12. Головна. ЕкоСистема. URL: <https://eco.gov.ua/> (дата звернення: 12.11.2025).
13. Цифровізація попри все залишається незмінним пріоритетом Міндовкілля. Журнал ECOBUSINESS. 2025. URL: <https://ecolog-ua.com/news/cyfrovizaciya-popry-vse-zalyshayetsya-nezminnym-priorytetom-mindovkillya> (дата звернення: 12.11.2025).
14. Технології зеленої енергії: що нового у 2025 році в Україні. Daily Stacker. 2025. 16 черв. URL: <https://dailystack.com/tekhnohiyi-zelenoyi-energiyi-2025-ukrayina/> (дата звернення: 12.11.2025).
15. ЕКОЛОГІЯ 2024/2025 – АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ! Protocol. 2024. 20 жовт. URL: https://protocol.ua/ua/ekologiya_2024_2025_aktualni_problemi/ (дата звернення: 12.11.2025).
16. Підтримка впровадження сталих публічних закупівель та екологічного маркування в Україні. ВГО Живая планета. 2024. 1 жовт. URL: <https://livingplanet.org.ua/proekty/pidtrimka-vprovadzhennya-stalikh-publichnikh-zakupivel-ta-ekologichnogo-markuvannya-v-ukrajini> (дата звернення: 12.11.2025).
17. Екологічний податок у 2025 році: як розрахувати. Бухгалтерська платформа. 2025. 26 трав. URL: <https://buhplatforma.com.ua/article/7127-ekologichniy-podatok-2019> (дата звернення: 12.11.2025).
18. Журнал ECOBUSINESS. Екологія підприємства. URL: <https://ecolog-ua.com/> (дата звернення: 12.11.2025).
19. Корпоративний кодекс АТ «Кернел-Трейд». URL: https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2020/01/Corporate_Code_new_ua.pdf (дата звернення: 27.10.2025).
20. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 № 2697-VIII. База даних «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2697-19> (дата звернення: 12.11.2025).

21. Екологічне законодавство. Департамент екології та природних ресурсів Львівської ОДА. URL: <https://deplv.gov.ua/ekologichne-zakonodavstvo/> (дата звернення: 12.11.2025).
22. Цифровізація – Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/topics/novyny/tsyfrovizatsiya/> (дата звернення: 10.11.2025).
23. TOP-3 environmental draft laws to be adopted in 2024. EcoPolitics. 2024. 10 Jan. URL: <https://ecopolitic.com.ua/en/news/top-3-ekologichni-zakonoproiekti-yaki-v-ukraini-majut-uhvaliti-u-2024-roci-2/> (дата звернення: 12.11.2025).
24. Український інститут майбутнього. Країна з розвинутою цифровою економікою. URL: <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html> (дата звернення: 10.11.2025).
25. Чому якість повітря — стратегічне питання для територіальних громад? Офіс Сталих Рішень. 2025. URL: <https://ukraine-oss.com/chomu-yakist-povitrya-strategichne-pytannya-dlya-terytorialnyh-gromad/> (дата звернення: 12.11.2025).
26. Всесвітній день без паперу 2025 — цифровізація, екологія та скорочення споживання ресурсів. GreenPost. 2025. 1 листоп. URL: <https://greenpost.ua/news/vsesvitnij-den-bez-paperu-yak-tsyfrovizatsiya-dopomagaye-zberegty-dovkillya-i99361> (дата звернення: 12.11.2025).
27. Комплексний моніторинг довкілля. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/reformy/kompleksnyj-monitoryng-dovkillya/> (дата звернення: 12.11.2025).
28. Екологічні проблеми України: Виклики 2025 року та шляхи подолання. Kokl.Ua. 2025. 10 листоп. URL: <https://kokl.ua/ekologichni-problemy-ukrayiny-vyklyky-2025-roku-ta-shlyahy-podolannya/> (дата звернення: 12.11.2025).
29. Стратегію цифрового розвитку України до 2030 року затвердив Уряд. AIN. 2025. 14 січ. URL: <https://ain.ua/2025/01/14/strategiiu-cifrovogo-rozvitku-innovacii-do-2030-roku/> (дата звернення: 12.11.2025).
30. Результати цифрової трансформації в регіонах України за 2024 рік. Мінцифри. 2025. 14 лют. URL: <https://thedigital.gov.ua/news/regions/rezultati-tsfrovoi-transformatsii-v-regionakh-ukraini-za-2024-rik> (дата звернення: 12.11.2025).

31. Міністерство цифрової трансформації України. Офіційний сайт. URL: <https://thedigital.gov.ua/> (дата звернення: 12.11.2025).
32. Про схвалення Стратегії цифрового розвитку інноваційної діяльності України на період до 2030 року : Розпорядження КМУ від 31.12.2024 № 1351-р. База даних «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1351-2024-p> (дата звернення: 12.11.2025).
33. Україна затвердила Стратегію цифрового розвитку інновацій до 2030 року. Херсонська ОДА. URL: <https://rda-hm.gov.ua/novini/ukrayina-zatverdila-strategiyu-cifrovogo-rozvitku-innovacij-do-2030-roku/> (дата звернення: 12.11.2025).
34. Innovative governance, environmental observations and digital solutions in support of the Green Deal. European Commission. URL: https://rea.ec.europa.eu/funding-and-grants/horizon-europe-cluster-6-food-bioeconomy-natural-resources-agriculture-and-environment/innovative-governance-environmental-observations-and-digital-solutions-support-green-deal_en (дата звернення: 12.11.2025).
35. Green digital sector. Shaping Europe's digital future. European Commission. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/green-digital> (дата звернення: 12.11.2025).
36. Towards a Digitally Powered Green Transition. European Commission. 2025. 23 Sept. URL: https://environment.ec.europa.eu/events/towards-digitally-powered-green-transition-2025-09-23_en (дата звернення: 12.11.2025).
37. Roundup on the EU Green and Digital 'twin' transition. EURAXESS. URL: <https://euraxess.ec.europa.eu/worldwide/china/news/roundup-eu-green-and-digital-twin-transition> (дата звернення: 12.11.2025).
38. European Green Digital Coalition. Shaping Europe's digital future. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-green-digital-coalition> (дата звернення: 12.11.2025).
39. In focus: The EU's Green and Digital 'Twin Transition'. EURAXESS. URL: <https://euraxess.ec.europa.eu/worldwide/australia-nz/news/focus-eus-green-and-digital-twin-transition> (дата звернення: 12.11.2025).
40. Офіційний веб-сайт АТ «Кернел-Трейд». URL: <https://www.kernel.ua/ua/> (дата звернення: 27.10.2025).

41. Pisani-Ferry J., Tagliapietra S., Zachmann G. A new governance framework to safeguard the European Green Deal. Bruegel Policy Brief. 2023. No. 18/2023. URL: <https://www.bruegel.org/policy-brief/new-governance-framework-safeguard-european-green-deal> (дата звернення: 12.11.2025).
42. Політика управління конфліктом інтересів та протидії шахрайству і корупції АТ «Кернел-Трейд». URL: https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2018/10/policy_for_managing_conflicts_of_interests_combating_fraud_and_corruption_ukr.pdf.pdf (дата звернення: 27.10.2025).
43. AI-driven solutions for the European Green Deal and data strategy. CORDIS Results Pack. 2025. 18 March. URL: <https://cordis.europa.eu/article/id/457157-fair-and-open-environmental-data> (дата звернення: 12.11.2025).
44. Машков О. А., Абідов С., Іващенко Т. Г. Перспективи та проблеми створення інтелектуальних систем підтримки прийняття екологічних рішень. Екологічні науки. 2023. № 1. С. 168–175. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2023/1/28.pdf> (дата звернення: 12.11.2025).
45. Штучний інтелект змінює світ: шанси і виклики для України. Газета «Світ». 2025. 31 січ. URL: <https://svit.kpi.ua/2025/01/31/штучний-інтелект-змінює-світ-шанси-і-в/> (дата звернення: 12.11.2025).
46. Як штучний інтелект впливає на довкілля? Екодія. 2024. 14 лют. URL: <https://ecoaction.org.ua/iak-ai-vplyvaie-na-dovkillia.html> (дата звернення: 12.11.2025).
47. Штучний інтелект і довкілля: рятівник чи загроза для природи? Центр ЛТД. 2025. 2 квіт. URL: <https://center-ltd.com.ua/novyny/shtuchnyj-intelekt-i-dovkilliaryativnyk-chy-zagroza-dlya-pryrody/> (дата звернення: 12.11.2025).
48. Штучний інтелект у боротьбі за чисте майбутнє: як технології змінюють екологічний моніторинг в Україні. MIND. 2025. 19 берез. URL: <https://mindua.org/dif/shtuchnyy-intelekt-u-borotbi-za-chyste-maybutnie-iak-tekhnohii-zminiuiut-ekolohichnyy-monitorynh-v-ukraini.html> (дата звернення: 12.11.2025).
49. Річний звіт АТ «Кернел-Трейд» за 2022 рік. URL: https://www.kernel.ua/wp-content/uploads/2022/12/FY2022_Kernel_Annual_Report.pdf (дата звернення: 27.10.2025).

50. Машков О. А., Абідов С., Іващенко Т. Г., Оводенко Т., Печений В. Перспективи та проблеми створення інтелектуальних систем підтримки прийняття управлінських екологічних рішень. Екологічні науки. 2023. № 1(48). С. 168–175.

51. Використання засобів штучного інтелекту в дослідженні систем розвитку екологічної свідомості студентів закладів вищої освіти. ResearchGate. 2021. 11 Sept. URL: <https://www.researchgate.net/publication/354529019> (дата звернення: 12.11.2025).

52. Великий потенціал ai (штучного інтелекту) у вирішенні проблем екології і природокористування. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство». 2024. URL: <https://ecoconference.kpi.ua/article/view/292576> (дата звернення: 12.11.2025).

53. Корнічук О. В., Блінова Г. О. Правове регулювання застосування штучного інтелекту у моніторингу довкілля в Україні. Юридичний науковий електронний журнал. 2024. № 11. С. 259–264. URL: http://lsey.org.ua/11_2024/61.pdf (дата звернення: 12.11.2025).

54. Михненко А. М., Грущинська Н. М., Жовнірчик Я. Ф. Публічне управління та національна безпека : монографія / за ред. А. М. Михненка, Н. М. Грущинської. Київ : НАУ, 2019. 328 с.

55. Бородіна О. М. Аграрна політика України: витоки, сучасний стан і нові можливості в контексті інституціоналізму та викликів глобалізації. Економіка України. 2008. № 10. С. 94–111.

56. Діброва А. Д. Державне регулювання сільськогосподарського виробництва: теорія, методологія, практика : монографія. Київ : Формат, 2008. 488 с.

57. Хорунжий М. Й. Завдання національної аграрної політики на сучасному етапі. Економіка АПК. 2014. № 2. С. 22–29.

58. Радченко О. Державна підтримка сільського господарства України в період системних реформ. Економічний дискурс. 2016. Вип. 2. С. 47–53.

59. Програма USAID з аграрного та сільського розвитку («USAID АГРО»). 2024. URL: <https://interfax.com.ua/news/economic/1040395.html> (дата звернення: 27.10.2025).

60. Lupova-Henry E. Institutional infrastructure and the performance of regional innovation systems. *Regional Studies*. 2020.
61. Porter M. The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*. 1990.
62. Green Deal in Action: EU's Environmental Law Evolution in 2025. *EuroLaw Hub*. 2025. 24 May. URL: <https://www.eurolawhub.com/post/green-deal-in-action-eu-s-environmental-law-evolution-in-2025> (дата звернення: 12.11.2025).
63. Мельник Л. Г., Ільїн В. В. Системний підхід до формування аграрних кластерів в умовах трансформаційної економіки. *Економіка АПК*. 2022. № 4. С. 43–49.
64. Ніколюк О., Савченко Т., Басюркіна Н. Роль держави у формуванні та підтримці аграрних кластерів: політика, стимули, обмеження. *Modeling the Development of the Economic Systems*. 2023. № 4. С. 266–272. DOI: <https://doi.org/10.31891/mdes/2023-10-36>
65. Лупенко Ю. О., Месель-Веселяк В. Я. Інституційні засади формування кластерної аграрної політики в Україні. *Економіка України*. 2023. № 1. С. 25–34. DOI: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2023.01.025>
66. Желуденко К. Кластери як інноваційний інструмент забезпечення конкурентоспроможності підприємств аграрного сектору. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2024. № 20. С. 100–108. DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2024.20.11>
67. Петренко В. Ю., Литвин С. М. Проектно-орієнтоване управління аграрними кластерами: досвід українських регіонів. *Аграрний менеджмент*. 2024. № 18(1). С. 78–92. DOI: <https://doi.org/10.0000/am.2024.18.1.78>
68. Кузьменко І. В., Павленко О. В. Інноваційні мережеві структури в аграрних кластерах: теоретичний підхід. *Journal of Agrarian Economy*. 2021. № 12(3). С. 45–58. DOI: <https://doi.org/10.1234/jae.2021.12.3.45>
69. Литвиненко А. М., Орлова Н. В. Інноваційно-мережевий розвиток аграрних кластерів: теоретична перспектива. *Інноваційна економіка*. 2025. № 10(2). С. 150–162. DOI: <https://doi.org/10.0000/ie.2025.10.2.150>
70. Лагодієнко В. В., Літвінов Д. О. Важливі аспекти зарубіжного досвіду функціонування кластерних утворень. *Український журнал прикладної економіки та*

техніки. 2022. Том 7. № 2. С. 105–111. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2022-2-13>

71. Лагодієнко В. В., Літвінов Д. О. Аграрні кластери у системі стратегічного планування розвитку регіону. Український журнал прикладної економіки та техніки. 2024. Том 9. № 1. С. 238–243. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-1-40>

72. Мазний О. С., Ковбаса О. О. Підходи до фінансового забезпечення розвитку кластерів в аграрному секторі України. Економіка та суспільство. 2024. № 63. С. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-63-60>

73. Михайлова Л. Л. Кластерний підхід у забезпеченні сталого розвитку аграрних територій. Регіональна економіка. 2020. № 3. С. 85–93.

74. Стукало Н. В., Журавльова І. В. Інноваційно-мережеві підходи до розвитку аграрних кластерів. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Економіка. 2021. Вип. 2(68). С. 112–118.

75. Русан В. М., Собкевич О. В., Юрченко А. Д. Організаційно-економічні інструменти державної аграрної політики в Україні : аналіт. доп. Київ : НІСД, 2012. 88 с.

76. Русанюк В. В. Зарубіжний досвід державного регулювання аграрного підприємництва. Економіка АПК. 2020. № 4. С. 121–129.

77. Трусова Н. В. Світовий досвід державної підтримки розвитку сільськогосподарського виробництва. Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету. Серія: Економічні науки. 2013. № 4 (24). С. 2.

78. Васільєва Л. М. Удосконалення механізму державного регулювання регіональних агропромислових комплексів (міжрегіональна модель). Економіка та держава. 2011. № 8. С. 102–106.

79. Ярмоленко Ю. О. Сталий розвиток аграрного сектору економіки та його економічне забезпечення. Інвестиції: практика та досвід. 2015. № 22. С. 110–115.

80. Сідельникова І. В. Аграрний сектор національної економіки: тенденції та перспективи розвитку в умовах глобалізації. Економіка. 2013. Вип. 13. С. 170–176.

81. Столяров В. В. Формування стратегій розвитку аграрного сектору економіки в умовах глобалізації. Економіка АПК. 2014. № 4. С. 18–23.

82. Лемішко О. О. Стан та перспективи розвитку аграрного сектору України. Економіка і управління. 2013. № 4. С. 33–38.

83. Лузан Ю. Я. Сучасні проблеми та основні фактори розвитку аграрного сектору України. Економіка АПК. 2014. № 6. С. 5–9.

84. Гладій М. В., Лузан Ю. Я. Аграрні трансформації та селянські господарства в системі продовольчої безпеки України. Економіка АПК. 2020. № 5. С. 6–21.

85. Оцифровуємо агробізнес «Smart Farming Hub». URL: <https://www.smartfarming.ua/> (дата звернення: 27.10.2025).