ISSN 2710–3056 | Категорія Б (Наказ МОН України № 582 від 24.04.2024)
DOI 10.36074/grail-of-science.31.05.2026.025

ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ДОВКІЛЛЯ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Іваха Олег Іванович
аспірант кафедри екологічної безпеки та природоохоронних технологій
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Козак Богдан Романович
аспірант кафедри екологічної безпеки та природоохоронних технологій
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Петрушка Ігор Михайлович
д-р. техн. наук, професор, зав. кафедри
екологічної безпеки та природоохоронних технологій
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Анотація *Сучасні підходи до оцінки впливу на довкілля (ОВД) промислових підприємств Львівської області із застосуванням методів цифрової економіки на даний час є актуальною науковою проблемою. У дослідженнях розглянуто роль цифровізації екологічного моніторингу, GIS-технологій, великих даних (Big Data) та автоматизованих систем аналізу екологічних ризиків [1,2]. Визначено основні екологічні проблеми промислового комплексу Львівської області та обґрунтовано необхідність впровадження цифрових технологій у систему екологічного управління [3]. Проаналізовано математичні методи розрахунку забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів та ґрунтів [5]. Запропоновано напрями підвищення ефективності оцінки впливу на довкілля шляхом інтеграції цифрових платформ управління, екологічного аудиту та інформаційних систем підтримки прийняття рішень [4].*
Ключові слова: *оцінка впливу на довкілля, цифрова економіка, екологічний моніторинг, промислові підприємства, Львівська область, GIS-технології, Big Data, цифровізація, екологічні ризики.*

Сучасний розвиток промисловості супроводжується значним антропогенним навантаженням на навколишнє середовище [1]. Особливо актуальною дана проблема є для промислових регіонів України, серед яких важливе місце займає Львівська область [3]. На території області функціонують підприємства вугільної, енергетичної, нафтопереробної, машинобудівної та хімічної галузей, діяльність яких призводить до забруднення атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, деградації ґрунтів та накопичення промислових відходів [5].

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

У сучасних умовах цифрової трансформації економіки традиційні методи екологічного аналізу поступово доповнюються цифровими технологіями [2]. Методи цифрової економіки дозволяють здійснювати автоматизований моніторинг, прогнозування екологічних ризиків, аналіз великих масивів даних та моделювання впливу промислових підприємств на довкілля в режимі реального часу [4].

Концепція «зеленої» та цифрової трансформації набуває особливого значення для промислових підприємств Європи та України [1]. Поєднання цифрових та екологічних технологій формує нові підходи до управління сталим розвитком та забезпечення екологічної безпеки [2].

Метою статті є дослідження сучасних методів оцінки впливу на довкілля промислових підприємств Львівської області із застосуванням інструментів цифрової економіки, а також визначення перспектив удосконалення системи екологічного моніторингу та аналізу.

Цифрова економіка характеризується широким використанням інформаційно-комунікаційних технологій, автоматизації, штучного інтелекту та цифрових платформ [1]. У сфері екологічного управління цифровізація забезпечує: автоматизацію екологічного моніторингу; аналіз екологічних даних у реальному часі; цифрове моделювання забруднення; прогнозування екологічних ризиків; інтеграцію GIS-систем; цифровий екологічний аудит [2].

Львівська область є одним із найбільш індустріально розвинених регіонів Західної України [3]. Найбільший екологічний вплив мають підприємства вугільної промисловості Червоноградського району, теплоелектростанції, нафтопереробні підприємства Дрогобича, машинобудівні підприємства та цементні виробництва [8].

Основними джерелами забруднення є: викиди оксидів азоту; діоксид сірки; пилові аерозолі; важкі метали; промислові стічні води; тверді відходи [5].

Моніторинг стану атмосферного повітря Львівської області засвідчує значний вплив промислових підприємств на екологічний стан регіону [3]. Особливу небезпеку становлять шахтні води, накопичення відвалів та забруднення річок Західний Буг і р. Полтва [8].

В умовах цифрової економіки екологічний моніторинг промислових територій може здійснюватися за допомогою автоматизованих сенсорних систем та супутникового спостереження [2].

Сучасна цифрова економіка створює нові можливості для екологічного аналізу [1]. Основними цифровими методами оцінки впливу на довкілля є GIS-технології, Big Data, Internet of Things [2].

GIS-системи дозволяють створювати цифрові карти забруднення, визначати зони екологічного ризику та моделювати поширення викидів [2]. GIS-моделі активно використовуються для оцінки техногенного навантаження на території Львівської області [8].

Великі масиви екологічних даних дозволяють аналізувати динаміку забруднення, прогнозувати аварійні ситуації та оцінювати вплив виробничих процесів [4]. Big Data забезпечує підвищення точності прогнозування екологічних ризиків [1].

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Internet of Things (IoT)-системи забезпечують автоматизований збір екологічних даних, контроль концентрацій забруднювачів та дистанційний моніторинг підприємств [2].

Одним із головних напрямів ОВД є аналіз впливу підприємств на атмосферне повітря [5]. Для оцінювання концентрації забруднюючих речовин використовується гаусова модель розсіювання, а для інтегральної оцінки забруднення атмосфери використовується індекс забруднення (IZA) [5].

Автоматизовані цифрові системи моніторингу дозволяють збирати дані про стан атмосферного повітря у реальному часі та формувати цифрові екологічні карти [3].

Промислові підприємства Львівської області здійснюють значний вплив на водні об'єкти через скиди недостатньо очищених стічних вод, фільтрацію шахтних вод та нафтові забруднення [8]. Для оцінювання стану водних ресурсів використовуються: цифрові сенсорні системи; гідрохімічний моніторинг; GIS-моделювання; автоматизований аналіз даних [2].

Промислова діяльність негативно впливає на земельні ресурси Львівської області [5]. Основними проблемами є накопичення важких металів, деградація ґрунтів та забруднення нафтопродуктами [8]. Цифрові платформи дозволяють інтегрувати результати моніторингу у єдину інформаційну систему екологічного управління [4].

Наведені у таблиці 1 показники оцінки впливу на довкілля промислових підприємств Львівської області сформовані на основі сучасних методів оцінки впливу на довкілля, які використовуються у системі цифрової економіки для аналізу діяльності промислових підприємств [1; 2].

Для підприємств вуглевидобувної промисловості характерними забрудниками є: викиди шахтного метану; пилове забруднення; високомінералізовані шахтні води.

Показник індексу забруднення атмосфери IZA=6,8 свідчить про високий рівень антропогенного навантаження. Значення понад 5 в екологічному моніторингу вважається небезпечним для атмосферного середовища [3].

При цьому використання IoT-датчиків дозволяє: контролювати концентрацію пилу в реальному часі; автоматично передавати дані у цифрові екологічні системи; формувати прогноз ризику аварійних викидів.

GIS-технології використовуються для просторового аналізу поширення забруднення навколо шахт та відвалів.

Таблиця 1

Оцінка впливу на довкілля промислових підприємств Львівської області методами цифрової економіки

Підприємство	Галузь	Основні забрудню-вачі	Цифрові методи аналізу	Розрахунко-вий показник	Отримане значення	Екологічна оцінка
Вугільне підприємство Червоноградського району	Вуглевидобувна	Метан, пил, шахтні води	GIS-моніторинг, IoT-датчики	Індекс забруднення атмосфери (IZA)	6,8	Високий рівень забруднення

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Продовження табл. 1

Підприємство	Галузь	Основні забруднювачі	Цифрові методи аналізу	Розрахунковий показник	Отримане значення	Екологічна оцінка
Теплоелектростанція	Енергетика	SO_2, NO_x, CO_2	Big Data-аналітика, AI-прогнозування	Концентрація SO_2	0,72 мг/м^3	Перевищення ГДК у 1,4 рази
Нафтопереробне підприємство Дрогобича	Нафтопереробка	Нафтопродукти, феноли	GIS та супутниковий моніторинг	Коефіцієнт забруднення води Kz	4,2	Сильне забруднення вод
Машинобудівне підприємство Львова	Машинобудування	Важкі метали, шум	Smart sensors, цифровий аудит	Індекс забруднення ґрунтів Zc	18	Помірно небезпечний стан
Цементний завод	Будівельна промисловість	Пил, CO_2	Автоматизований екологічний контроль	Концентрація пилу	0,58 мг/м^3	Перевищення ГДК

Таким чином наведені дані демонструють, що використання методів цифрової економіки значно підвищує ефективність оцінки впливу на довкілля промислових підприємств Львівської області. Інтеграція GIS-технологій, Big Data, IoT та штучного інтелекту дозволяє: підвищити точність екологічного прогнозування; автоматизувати екологічний моніторинг; оперативно реагувати на перевищення нормативів; формувати цифрові екологічні паспорти підприємств; забезпечувати сталий розвиток промислового комплексу регіону [1; 2; 4].

У результаті проведеного дослідження встановлено, що цифрова економіка створює нові можливості для підвищення ефективності оцінки впливу на довкілля промислових підприємств Львівської області [1]. Основними інструментами цифровізації екологічного аналізу є GIS-технології, Big Data, IoT-системи та цифрові платформи моніторингу [2]. Використання сучасних інформаційних технологій дозволяє підвищити точність екологічного прогнозування, автоматизувати процес аналізу та забезпечити оперативний контроль екологічного стану територій [4].

Список використаних джерел:

[1] Bianchini S., Damioli G., Ghisetti C. The environmental effects of the “twin” green and digital transition in European regions // Environmental and Resource Economics. 2023. Vol. 84. P. 877–918.
[2] Schöggl J.-P., Rusch M., Stumpf L., Baumgartner R. Implementation of digital technologies for a circular economy and sustainability management in the manufacturing sector // Sustainable Production and Consumption. 2022. Vol. 35. P. 1–15.
[3] Voznyak O., Yurkevych Y., Dovbush O. Monitoring the state of the air environment in the Lviv region // Theory and Building Practice. 2022. Vol. 4. No. 1. P. 49–56.

 Авторські права захищені | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

[4] Vasylyshyna L., Popova O., Hoholieva N. Assessment of the Impact of Digitalized Management on the Financial Risks of Industrial Enterprises // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Vol. 6. No. 13. P. 87–95.
[5] Макаренко Д. Оцінка впливу промислового підприємства на атмосферу та ефективності природоохоронних заходів // Technology Audit and Production Reserves. 2022. №3(65). С. 22–25.
[6] Mann R., Myronenko D. Оцінка інноваційного потенціалу промислових підприємств: проблеми стійкого розвитку // Економіка та суспільство. 2022. №44.
[7] Bieloborodova M. Управління екологічними ризиками в стратегії розвитку промислових підприємств // Економіка і організація управління. 2020. №1. С. 41–49.
[8] Melnyk O., Zlotnik M. Analyzing the Status and Tendencies of Circular Economy Development in Lviv Region // Business Inform. 2020. №2. P. 125–133.

USING DIGITAL ECONOMY TOOLS TO ASSESS THE IMPACT OF INDUSTRY ON THE ENVIRONMENT OF THE LVIV REGION

Oleg Ivakha
Postgraduate student of the Department
of Environmental Safety and Environmental Protection Technologies
National University "Lviv Polytechnic", Ukraine
Bohdan Kozak
Postgraduate student of the Department
of Environmental Safety and Environmental Protection Technologies
National University "Lviv Polytechnic", Ukraine
Igor Petrushka
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department of Environmental
Safety and Environmental Protection Technologies
National University "Lviv Polytechnic", Ukraine

Summary. *Modern approaches to environmental impact assessment (EIA) of industrial enterprises in Lviv region using digital economy methods are currently a relevant scientific problem. The studies consider the role of digitalization of environmental monitoring, GIS technologies, big data (Big Data) and automated systems for environmental risk analysis [1,2]. The main environmental problems of the industrial complex of Lviv region are identified and the need to introduce digital technologies into the environmental management system is justified [3]. Mathematical methods for calculating atmospheric air, water resources and soil pollution are analyzed [5]. Directions for increasing the efficiency of environmental impact assessment by integrating digital management platforms, environmental audit and decision support information systems are proposed [4].*
Keywords*: environmental impact assessment, digital economy, environmental monitoring, industrial enterprises, Lviv region, GIS technologies, Big Data, digitalization, environmental risks.*

Дата публікації: 31.05.2026

Дата першого надходження статті до видання: 19.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 24.05.2026

All rights reserved | Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License