

ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ПІД ЧАС ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

Накемній О. К., ст. викл. (кафедра безпеки праці та охорони довкілля, ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»)

Анотація. У статті розглянуто питання зниження ризиків техногенного впливу на довкілля під час виробничих процесів. Проаналізовано основні джерела техногенного навантаження, серед яких викиди в атмосферу, забруднення водних ресурсів та утворення промислових відходів. Визначено, що однією з ключових умов мінімізації негативного впливу виробництва є впровадження систем екологічного менеджменту, використання сучасних технологій очищення викидів і стічних вод, а також перехід до ресурсозберігаючих та безвідходних технологій. Запропоновано комплекс технічних і організаційних заходів, спрямованих на підвищення екологічної стійкості виробничих систем і зменшення ризиків техногенного впливу.

Ключові слова: техногенна безпека, екологічний ризик, охорона праці, виробничі процеси, екологічний менеджмент, сталий розвиток.

Abstract. The article examines the issue of reducing the risks of technogenic impact on the environment during industrial processes. The main sources of technogenic pressure are analyzed, including air emissions, water pollution, and industrial waste generation. It is determined that one of the key conditions for minimizing the negative effects of production is the implementation of environmental management systems, the use of modern air and wastewater treatment technologies, and the transition to resource-saving and zero-waste technologies. A set of technical and organizational measures aimed at improving the environmental sustainability of production systems and reducing the risks of technogenic impact is proposed.

Keywords: technological safety, environmental risk, occupational safety, production processes, environmental management, sustainable development.

Вступ. Сучасні виробничі підприємства є джерелами значного техногенного навантаження на навколишнє природне середовище. Викиди шкідливих речовин, забруднення водних ресурсів і ґрунтів, утворення відходів виробництва створюють ризики для екосистем і здоров'я людей. Зменшення таких ризиків вимагає впровадження новітніх технологій, систем екологічного менеджменту та інтеграції принципів сталого розвитку у виробничу діяльність [1].

Аналіз стану питання. Проблема зниження техногенного навантаження є однією з найактуальніших у системі екологічної та виробничої безпеки. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, понад 40 % загального обсягу забруднень пов'язано з діяльністю промислових підприємств [2]. Наукові дослідження підкреслюють необхідність переходу до превентивної екологічної політики, що базується на запобіганні забрудненню на ранніх стадіях проектування виробництва. У сучасних умовах набувають

актуальності концепції найкращих доступних технологій (НДТ), що спрямовані на скорочення утворення відходів і викидів [3]. Важливою складовою системи управління ризиками є впровадження екологічного менеджменту відповідно до ISO 14001:2018, який забезпечує планування, моніторинг і постійне вдосконалення природоохоронних заходів [4]. Разом з технічними рішеннями суттєву роль відіграє підготовка персоналу, формування корпоративної культури безпеки й екологічної відповідальності.

В умовах зростання обсягів виробництва актуальним стає питання управління екологічними ризиками – ідентифікації, оцінки та зниження їх рівня. Ефективне управління ризиками дозволяє не лише мінімізувати вплив на довкілля, а й підвищити економічну ефективність підприємства через зменшення витрат на ліквідацію наслідків аварій.

Мета роботи: визначення ефективних підходів і технологічних рішень для зниження ризиків техногенного впливу на довкілля у процесі функціонування промислових підприємств.

Методики, матеріали і результати досліджень. Проблема зниження техногенного впливу на довкілля досліджується у працях вітчизняних і зарубіжних авторів [5, 6]. У більшості робіт підкреслюється, що основними джерелами техногенного навантаження є викиди в атмосферу, стічні води та тверді відходи. Для металургійних підприємств характерні високі обсяги пилу, оксидів сірки, азоту та вуглецю. Енергетичний сектор генерує великі обсяги CO₂, тоді як хімічна промисловість становить ризик викиду токсичних сполук, що мають кумулятивний вплив на біосферу.

Згідно з дослідженнями UNEP [7], ключовою тенденцією останніх років є перехід до інтегрованого управління ризиками – поєднання технічних, організаційних і екологічних заходів для мінімізації шкідливого впливу на всіх етапах виробництва. Оцінка ризиків техногенного впливу є ключовим елементом управління екологічною та виробничою безпекою. Її основна мета – визначити потенційні загрози, оцінити рівень небезпеки та запобігти негативним наслідкам для довкілля і здоров'я людей. У світовій практиці застосовуються різні методи аналізу ризиків, серед яких найпоширенішими є HAZOP, FMEA та екологічний аудит. Кожен із них має свої переваги, обмеження та сфери застосування [8]. Порівняльний аналіз наведено в таблиці 1, що демонструє можливості використання різних підходів до екологічної оцінки ризиків. Для обґрунтування вибору методів аналізу екологічних ризиків проведено порівняння їх характеристик.

Метод HAZOP є систематичним підходом до виявлення потенційних відхилень у технологічних процесах, що можуть призвести не лише до аварійних ситуацій, але й до негативних екологічних наслідків. Традиційно цей метод використовують для забезпечення промислової безпеки, однак його універсальність дозволяє ефективно застосовувати його і в екологічному аналізі.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз методів

Критерій	HAZOP	FMEA	Екологічний аудит
Тип оцінки	Якісний, експертний	Кількісно-якісний	Комплексний системний
Етап застосування	Проектування, експлуатація	Проектування, технічне обслуговування	Функціонування підприємства
Основна мета	Виявлення потенційних відхилень	Аналіз можливих відмов	Перевірка екологічної відповідності
Рівень деталізації	Високий	Середній	Загальний
Витрати часу	Високі	Середні	Помірні
Застосування в екологічній оцінці	Опосередковане	Обмежене	Пряме

Основна ідея методу полягає у поетапному дослідженні кожного елемента технологічного процесу із використанням ключових слів (наприклад, більше, менше, ні, інше, зворотне тощо), що допомагають виявити потенційні відхилення від нормальних умов роботи. Для кожного виявленого відхилення визначають можливу причину, наслідки для довкілля, існуючі заходи контролю та пропонують додаткові рішення для зниження ризику.

У сфері екологічної безпеки метод HAZOP доцільно застосовувати:

- для оцінки ризику аварійних викидів небезпечних речовин у повітря або воду;
- при проектуванні систем очищення стічних вод чи газів;
- для аналізу ефективності систем екологічного моніторингу на підприємствах;
- при підготовці оцінки впливу на довкілля (ОВД) на стадії проектування нових виробництв.

Перевагою методу HAZOP у порівнянні з іншими (наприклад, FMEA або What-if Analysis) є його деталізованість і можливість врахування людського фактору, технічних і екологічних параметрів одночасно. Недоліком є потреба у значних витратах часу та залученні експертів з різних галузей, однак саме це забезпечує комплексність оцінки. Застосування HAZOP у системі екологічного менеджменту підприємства дає змогу завчасно виявити потенційні джерела екологічних ризиків, оцінити їхню ймовірність та наслідки, а також розробити ефективні превентивні заходи для запобігання техногенному впливу на довкілля. Тому, поєднання аналітичних методів і принципів екологічного менеджменту створює основу для формування ефективної системи управління екологічними ризиками на промислових підприємствах.

Висновки. У результаті дослідження встановлено, що зниження ризиків техногенного впливу на довкілля під час виробничих процесів є комплексним завданням, яке вимагає одночасного впровадження технічних, організаційних і управлінських рішень. Основними напрямками підвищення екологічної безпеки є використання систем екологічного менеджменту відповідно до стандарту ISO 14001:2018, модернізація технологічного обладнання, застосування найкращих доступних технологій (НДТ) та розвиток культури екологічної відповідальності.

Доведено, що метод HAZOP може ефективно застосовуватись не лише у сфері промислової безпеки, а й для аналізу потенційних екологічних ризиків. Його використання дає змогу ідентифікувати відхилення у технологічних процесах, оцінити їх наслідки для довкілля та сформулювати превентивні заходи щодо мінімізації негативного впливу.

Реалізація запропонованих заходів сприятиме зменшенню рівня техногенного навантаження, підвищенню екологічної стійкості виробничих систем і забезпеченню умов сталого розвитку промислових підприємств. Вважаю доцільним розробити методику кількісної оцінки ефективності впровадження HAZOP у системах екологічного менеджменту.

Література

1. Методи оцінки техногенного впливу на довкілля: навч. посіб. / А.В. Чугай, Т.А. Сафранов. Одеса: Видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2021. 118 с.
2. European Environment Agency (EEA). Industrial pollution in Europe. Copenhagen : EEA, 2023. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/industrial-pollution-in-europe> (дата звернення: 21.10.2025).
3. Найкращі доступні технології та методи управління (НДТМ). Довідковий документ для чорної металургії. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/03/FMP_D1_web_Ukr.pdf (дата звернення: 23.10.2025)
4. ДСТУ ISO 14001:2015 (2015). Системы экологического управления. Требования и руководства по применению (ISO 14001:2015, IDT). Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 20.
5. Elsharkawy EE, Sharkawy AA. Environmental risk assessment (ERA). Arch Clin Toxicol. 2025, 7(1), p. 46-50. URL: <https://www.probiologists.com/article/environmental-risk-assessment-era> (дата звернення 29.10.2025).
6. Накемпій О. К., Романь А. М. Оцінка екологічних ризиків від технологічних процесів коксохімічного виробництва. *Проблеми охорони праці в Україні*, 38(1-2), С. 3–8. DOI:10.36804/nndipbor.38(1-2).2022.49-57.
7. UNEP. *Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People* : UNEP, 2019. 520 p. URL: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/27539> (дата звернення 29.10.2025).
8. Examining Risk Priority Numbers in FMEA. URL: <http://www.reliasoft.com/newsletter/2q2003/rpns.htm> (дата звернення 29.10.2025).