

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З.ГЖИЦЬКОГО**

**ФАКУЛЬТЕТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ТА СУСПІЛЬНОГО
БЛАГОПОЛУЧЧЯ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за ОС «Магістр»

на тему: **«ОЦІНКА РИЗИКІВ ТА ПІДВИЩЕННЯ
ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЙ
ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Виконав: здобувач вищої освіти
спеціальності 101 «Екологія»
БАРСЬКИЙ ВОЛОДИМИР БОГДАНОВИЧ

Керівник: к.с.-г.н., доцент кафедри екології та
захисту довкілля

_____ Калин Б.М.

Рецензент: завідувач кафедри процесів та
апаратів харчової інженерії,
д.т.н., професор

_____ Ціж Б.Р.

Львів 2025 р.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота викладена на 75 сторінках комп'ютерного тексту. Складається із 5 розділів, включає 10 рисунків та 12 таблиць. Список використаної літератури налічує 51 найменування.

Ключові слова: *екологічний ризик, екологічна безпека, забруднення навколишнього середовища, медико-екологічна ситуація, управління екологічною безпекою, Львівська область.*

У сучасному світі, що характеризується підвищеною увагою до питань забруднення довкілля та кліматичних змін, концепція екологічного ризику набуває особливої актуальності. Глибоке усвідомлення цього поняття є основним для формування та успішної реалізації дієвих стратегій управління екологічними викликами.

Існує значна невідповідність між зростаючою суспільною потребою в гарантуванні екологічної безпеки та недостатніми знаннями щодо ключових ризикоутворюючих чинників, механізмів управління цими ризиками, а також методів оцінки їхнього потенційного негативного впливу на навколишнє середовище. Подолання цього конфлікту можливе лише через ретельний науково-філософський та методологічний аналіз природи екологічних ризиків. Такий глибинний розгляд сутності проблеми є необхідною умовою для розробки комплексних та обґрунтованих рішень.

Мета роботи: оцінка екологічних ризиків на регіональному рівні та формуванні практичних рекомендацій щодо вдосконалення системи управління екологічною безпекою Львівської області.

Об'єкт дослідження: система екологічної безпеки як складний регіональний соціо-еколого-економічний механізм, що функціонує в умовах антропогенного навантаження та природних ризиків (на прикладі Львівської області).

Предмет дослідження: теоретичні, методичні та прикладні аспекти інтегральної оцінки екологічних ризиків і механізми управління екологічною безпекою, що забезпечують її стійкість на регіональному рівні.

Завдання роботи:

- уточнити понятійно-категоріальний апарат дослідження та визначити пріоритети й інструменти управління екологічною безпекою України;
- вивчити методики розрахунку інтегрального показника екологічного ризику та визначення коефіцієнта кореляції;
- ідентифікувати та обґрунтувати вплив фізико-географічних, соціально-економічних чинників та показників стану довкілля на формування екологічного ризику та визначити найбільш потенційно небезпечні об'єкти Львівщини;
- провести оцінку стану екологічної безпеки Львівської області, здійснивши аналіз ключових індикаторів, включаючи рівні кореляції між забрудненням та медико-екологічною ситуацією;
- запропонувати рекомендації щодо вдосконалення механізмів забезпечення екологічної безпеки в умовах регіонального управління.

Методи досліджень: статистичні, аналіз відкритих даних рівня захворюваності населення, стану компонентів довкілля, кореляційно-регресійний аналіз.

ANOTATION

The qualification paper is presented on 75 pages of computer text. It consists of 5 chapters, including 10 figures and 12 tables. The list of references includes 51 titles.

Key words: *ecological risk, environmental safety, environmental pollution, medical-ecological situation, environmental safety management, Lviv region.*

In the modern world, which is characterized by heightened attention to issues of environmental pollution and climate change, the concept of ecological risk gains particular relevance. A deep understanding of this concept is fundamental for the formation and successful implementation of effective strategies for managing environmental challenges.

There is a significant discrepancy between the growing societal need to guarantee environmental safety and the insufficient knowledge regarding key risk-forming factors, mechanisms for managing these risks, as well as methods for assessing their potential negative impact on the environment. Overcoming this conflict is only possible through a thorough scientific-philosophical and methodological analysis of the nature of ecological risks. Such an in-depth consideration of the problem's essence is a necessary condition for the development of comprehensive and substantiated solutions.

The objective of the paper: is the assessment of ecological risks at the regional level and the formation of practical recommendations for improving the system of environmental safety management in Lviv region.

Object of the study: the environmental safety system as a complex regional socio-ecological and economic mechanism operating under conditions of anthropogenic load and natural risks (based on the example of Lviv region).

Subject of the study: theoretical, methodological, and applied aspects of the integrated assessment of ecological risks and the mechanisms for environmental safety management that ensure its sustainability at the regional level.

Tasks of the paper:

- to refine the conceptual and categorical apparatus of the study and determine the priorities and instruments of environmental safety management in Ukraine;
- to study the methods for calculating the integral indicator of ecological risk and determining the correlation coefficient;
- to identify and substantiate the influence of physical-geographical, socio-economic factors and indicators of the environmental state on the formation of ecological risk, and to determine the most potentially dangerous objects in Lviv region;
- to conduct an assessment of the state of environmental safety in Lviv region by analyzing key indicators, including the correlation levels between pollution and the medical-ecological situation;
- to propose recommendations for improving the mechanisms for ensuring environmental safety in the conditions of regional management.

Research methods: statistical methods, analysis of open data on population morbidity rates, the state of environmental components, correlation-regression analysis.

ЗМІСТ

Вступ	8
Розділ 1. Теоретичні та методологічні засади оцінки екологічної безпеки та ризиків	10
1.1. Поняття та взаємозв'язок «екологічний ризик» та «екологічна безпека»	10
1.2. Показники екологічної безпеки на регіональному рівні	13
1.3. Пріоритети та інструменти управління екологічною безпекою України в контексті світових практик	16
Розділ 2. Матеріали і методи досліджень	20
2.1. Фізико-географічні та соціально-економічні фактори екологічного ризику Львівщини	20
2.2. Методичні підходи до оцінки екологічного ризику	23
2.3. Методика розрахунку інтегрального показника екологічного ризику	29
2.4. Методика визначення коефіцієнта кореляції	30
Розділ 3. Результати власних досліджень і їх обговорення	33
3.1. Аналіз ключових індикаторів екологічного ризику та екологічної безпеки Львівської області	33
3.1.1. Стан довкілля Львівщини як фактор екологічного ризику	35
3.1.2. Потенційно небезпечні об'єкти області	41
3.2. Діагностика стану екологічної безпеки Львівської області на основі медико-екологічних даних	44
3.3. Кількісний аналіз та інтегральна оцінка рівня екологічної безпеки регіону	52
3.4. Механізми забезпечення екологічної безпеки в умовах регіонального управління	54
Розділ 4. Охорона праці	59
Розділ 5. Цивільний захист	63

Висновки	67
Пропозиції	69
Список використаної літератури	70

ВСТУП

Процес управління природоохоронною діяльністю містить у собі особливості розвитку таких різноманітних і різноспрямованих процесів, як розвиток навколишнього природного середовища та розвиток суспільства, тому досягнення мети охорони навколишнього природного середовища передбачає врахування цих особливостей, а також різноманітності факторів, що впливають на функціонування взаємозв'язків у такій складній системі, як «природне середовище і суспільство». Управління природоохоронною діяльністю передбачає об'єктивну необхідність прогнозування можливих наслідків антропогенних і природних впливів у цій системі взаємозв'язків: впливу суспільства на існуюче природне середовище та впливу природного середовища на сучасне суспільство [36].

Для вирішення завдання аналізу взаємодії антропогенних факторів і навколишнього середовища розроблено низку різних підходів до оцінки ступеня впливу екологічного ризику на екосистему. Така оцінка екологічного ризику застосовується в різних випадках, коли дослідники на основі наявних кількісних даних не можуть сформулювати однозначну відповідь про напрямок і ступінь впливу потенційного забруднення навколишнього середовища в результаті експлуатації антропогенного об'єкта на здоров'я людини, а також на стан навколишнього середовища.

Враховуючи те, що в результаті експлуатації природних ресурсів та антропогенного впливу практично завжди тією чи іншою мірою виявляється шкідливий вплив на навколишнє середовище і різниться лише ступінь шкоди довкіллю, можна зробити висновок, що ступінь антропогенного впливу на довкілля повинен містити найбільш точну оцінку ступеня ймовірності певного екологічного ризику. Останнім часом ця проблема стає все більш актуальною для фахівців різних галузей науки.

Сьогодні можна виділити широкий спектр наукових праць, присвячених оцінці екологічного ризику [4-6, 8-9, 21-22].

Природне середовище має певний запас, поріг і здатність до самовідновлення та саморегулювання під антропогенним впливом, які не перевищують цю межу. В умовах порушення цієї межі є перевищення спроможності саморегулювання існуючого природного середовища.

Таким чином, превентивна оцінка екологічних ризиків експлуатації техногенних об'єктів чи природних впливів є необхідною в контексті забезпечення екологічної безпеки. Під час оцінки екологічного ризику необхідно отримати відповідь на питання про ступінь прийнятності виявленого екологічного ризику для людини, а також для різних екосистем.

Відповідно, в контексті управління впливом суспільства на навколишнє природне середовище необхідно переходити до наступного ступеня управлінського впливу: від обмеження антропогенного впливу до сталої зміни, стійкої адаптації діяльності людини до особливостей існуючого природного середовища. Таким чином, існує об'єктивна необхідність організації організованої та цілеспрямованої діяльності з впливу людини на навколишнє середовище на основі наукового передбачення можливих змін та наслідків для навколишнього середовища (планування діяльності людини та прогнозування можливих наслідків).

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА РИЗИКІВ

1.1. Поняття та взаємозв'язок «екологічний ризик» та «екологічна безпека»

Забезпечення екологічно безпечних умов для життєдіяльності суспільства та збереження довкілля визнано пріоритетним національним інтересом держави. З метою ефективного управління екологічною безпекою та для виконання завдань, визначених Законом України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» [31], зростає актуальність прогностичної оцінки екологічного ризику. Така оцінка є мірою реальних існуючих загроз і необхідна для розробки та впровадження попереджувальних заходів, спрямованих на зниження цього рівня ризику.

Оцінка екологічних ризиків, в англійській науковій літературі позначена як Environment Risk Assessment, ERA, – це процес оцінки ймовірності різноманітних оборотних або незворотних змін у стані біогеохімічної структури, а також у реалізованих функціях екосистем у відповідь на різні види антропогенного впливу [49]. Антропогенний вплив на навколишнє середовище часто називають терміном «стресор». Цей термін відноситься до агента (речовини), що впливає на навколишнє середовище, який може мати хімічну, біологічну або фізичну природу. Вплив різних стресорів на навколишнє середовище сьогодні можна спостерігати в будь-якій ланці існуючих біогеохімічних трофічних ланцюгів, від різних мікроорганізмів до людини, в тому числі від окремої людини до всієї популяції чи екосистеми. Необхідність комплексної оцінки однозначної відповіді про ступінь негативного впливу антропогенного об'єкта на довкілля.

За об'єктом негативного впливу екологічні ризики розглядаються як загрози, спрямовані на традиційні компоненти довкілля (повітря, вода),

екосистеми та біорізноманіття, а також на соціальну сферу (здоров'я та добробут людини) (рис. 1.1).

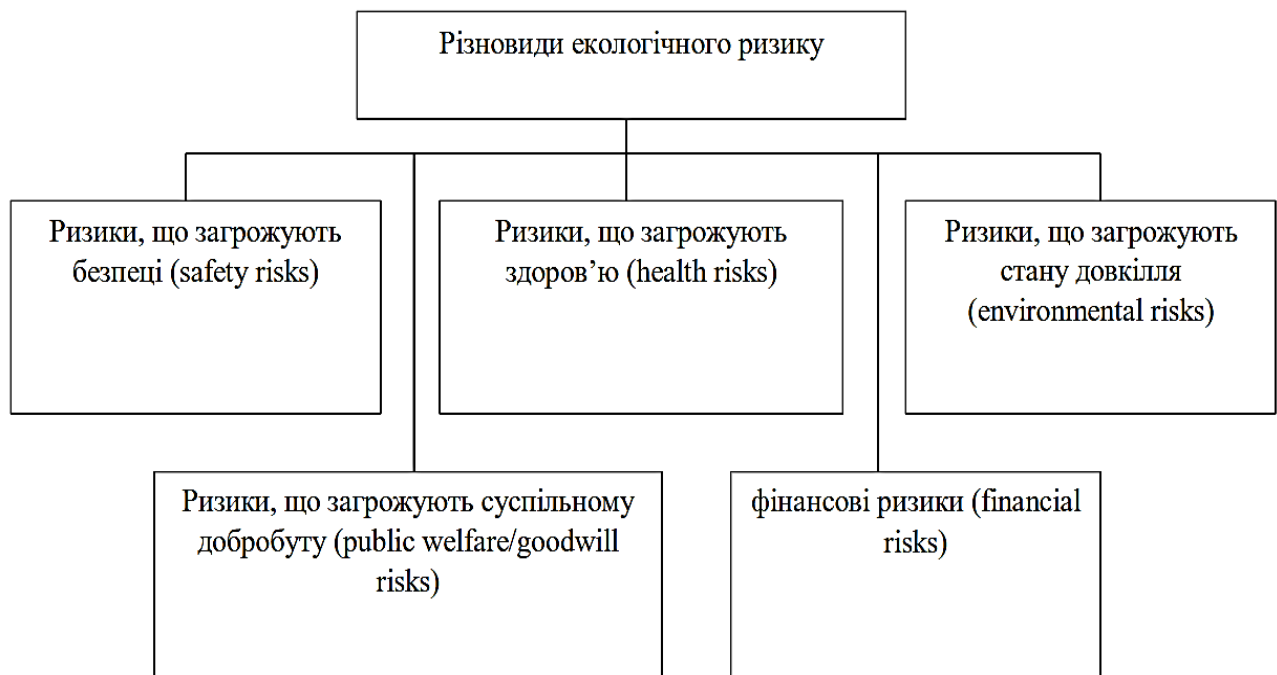


Рис. 1.1. Види екологічного ризику [36]

Екологічна безпека – це сукупність умов, процесів і дій, які забезпечують екологічну рівновагу в навколишньому середовищі і не призводять до життєвої шкоди (або загрози такої шкоди) природному середовищу та людям [23, 28].

Таким чином, екологічний ризик є кількісною мірою загрози екологічній безпеці. Досягнення екологічної безпеки фактично означає зниження екологічного ризику до соціально прийняттого або нульового рівня.

Спочатку аналіз екологічного розвитку обмежувався вузьким підходом, зосереджуючись лише на впливі на традиційні компоненти довкілля (повітря та вода). Однак такий підхід є недостатнім для системного вирішення сучасних екологічних проблем. Концептуальні межі довкілля повинні бути розширені, включаючи:

- соціальну сферу (здоров'я людини, добробут);
- природне середовище та екосистеми;
- кліматичні чинники та атмосферу;

- природні ресурси (відновлювані та мінеральні);
- утилізацію відходів;
- соціокультурні компоненти (історичні пам'ятки, ландшафт);
- транскордонні впливи.

Особливої уваги заслуговують транскордонні впливи, що є критичним чинником для прикордонних регіонів України, зокрема Львівщини, оскільки забруднення водних чи повітряних басейнів часто має екстериторіальний характер.

Для визначення стійкості системи екологічної безпеки необхідно враховувати ступінь вразливості екологічних систем, що вимагає ідентифікації потенційно небезпечних змін у їхніх функціональних можливостях [20]. Сучасний підхід до оцінки ризиків ґрунтується на трикомпонентній формулі: $\text{Ризик} = \text{Загроза} \times \text{Вразливість} \times \text{Наслідки}$, де ідентифікація вразливості є критичною для запобігання переходу загрози у реальний збиток [2].

Основний зміст екологічної безпеки нерозривно пов'язаний із необхідністю дотримання екологічних стандартів. Порушення цих стандартів критично впливає на здоров'я населення та призводить до руйнування стійкості екологічних систем. На території багатьох регіонів України, зокрема Львівщини, спостерігається стан деградації природних ресурсів, що є прямим наслідком порушення природоохоронних норм під час господарської діяльності [18].

Для підтримки життєздатності складних систем, якими є міста, критично важливо забезпечити їхню екологічну безпеку [24]. Об'єктом для розробки моделі екологічного розвитку може слугувати будь-який адміністративний центр. На основі цього досвіду може бути розроблена модель екологічного розвитку урбанізованої території, представлена як візуалізована схема підпрограм, що охоплюють розвиток окремих сфер: природного середовища, соціального розвитку, екологічного менеджменту та антропогенного фактору.

1.2. Показники екологічної безпеки на регіональному рівні

Диференціація території за екологічною обстановкою та рівнями екологічної безпеки найбільше відповідає системній концепції забезпечення безпеки людини і є основою реалізації заходів безпеки.

Основою організації комплексу заходів щодо досягнення сталої безпеки території є оцінка, аналіз і прогноз показників екологічного стану. Екологічні індикатори є складовою частиною системи індикаторів національної безпеки України, хоча на сучасному рівні використовуються недостатньо. Концепція глобальних екологічних індикаторів розглядає показники сталості та показники кількісного вмісту компонентів екологічної, економічної, соціальної складової [22]. Індикатори, запропоновані міжнародними організаціями [51], включають:

- 1) Індекс живої планети;
- 2) Індикатори «Екологічний слід» та «Водний слід»;
- 3) Індекс екологічної стійкості, запропонований Єльським і Колумбійським університетами США;
- 4) система індикаторів ООН «Цілі розвитку тисячоліття»;
- 5) Система індикаторів ООН «Скориговані чисті заощадження» тощо.

Усі показники за своєю природою відображають два протилежні підходи – екоцентричний та антропоцентричний. Таким чином, індекс екологічної стійкості (3), а також індикатори (4) і (5) належать до другої групи, оскільки враховують зростання населення, техніко-економічний розвиток. Індикатори (1) і (2) стосуються забезпечення біорізноманіття, запасів природного капіталу, асиміляційних можливостей природних систем, що дозволяє віднести їх до 1 групи.

Ці показники враховують техногенні, природно-кліматичні та ресурсні фактори впливу на рівень екологічної безпеки, який розглядається через призму збереження екологічної рівноваги та стійкості до антропогенного навантаження. Поряд з індикаторами впливу екодизайну до системи індикаторів включені соціально-економічні індикатори [3], що дозволяє врахувати ефективність природоохоронної діяльності через включення

індикаторів фінансування (екологічні податки, плата за використання ресурсів), індикаторів енергоефективності, індикаторів реалізації екологічних проектів тощо. Такий підхід до розробки системи індикаторів більш повно відповідає концепції сталого розвитку та дозволяє оцінити на його основі стан екологічної безпеки будь-якого регіону.

Місця видалення відходів служать прямим індикатором порушення екологічної безпеки за трьома ключовими напрямками:

1. Забруднення гідросфери та літосфери (фільтрат): процес розкладання відходів, змішаний з опадами, утворює високотоксичний фільтрат, насичений важкими металами, органічними кислотами та канцерогенами. Неконтрольоване проникнення фільтрату є прямим індикатором забруднення ґрунтів та, що найбільш критично, підземних та поверхневих вод у басейнах річок, що живлять регіон.

2. Забруднення атмосфери (біогаз): внаслідок анаеробного розкладу органіки утворюється біогаз, основним компонентом якого є метан CH_4 та діоксид вуглецю CO_2 . Неконтрольоване виділення метану є показником парникового ефекту та техногенного ризику (вибухонебезпечності), а продукти горіння (діоксини) забруднюють атмосферне повітря.

Також велика кількість нелегальних звалищ є індикатором неефективності системи збору, сортування та переробки відходів на рівні територіальних громад, що є ключовим аспектом екологічної безпеки.

Накопичення та неналежне видалення відходів безпосередньо корелює з медико-демографічною ситуацією [34]. Так, контакт із ґрунтом і водою, забрудненими канцерогенами з фільтрату, підвищує ризик онкологічних та гормонозалежних захворювань (наприклад, рак молочної залози), місця видалення відходів є місцем розмноження переносиків інфекцій (гризунів, комах), а забруднення води сприяє поширенню кишкових інфекцій.

Таким чином, стан полігонів та сміттєзвалищ є критичним показником загального рівня екологічної безпеки на регіональному рівні, а ефективне

управління відходами є ключовим заходом для зниження техногенних та медико-екологічних ризиків.

Челядин Л.І. та інші [35] відносять саме показники нагромадження відходів до першого чинника екологічної небезпеки регіону. Наступними чинниками вчені виділяють:

- показники очищення стічних вод;
- забруднення атмосферного повітря, зокрема від автотранспорту.

Враховуючи специфіку техногенного навантаження Львівської області, а також класифікацію Л.І. Челядина та ін., основними групами регіональних індикаторів для оцінки екологічного ризику Львівської області обрано:

- 1) накопичення та поводження з відходами;
- 2) якість та очищення стічних вод;
- 3) забруднення атмосферного повітря.

Визначення загальних закономірностей прояву природно-техногенних небезпек у відповідності до диференційованих рівнів екологічної урбанізації є критично важливим для підвищення екологічної безпеки регіонів. На думку [5, 41] облік урбанізаційного процесу є необхідним для управління стійкою безпекою регіонів шляхом нормування екологічного навантаження на територіальні ресурси (грунти, воду, повітря), встановлення екологічних лімітів допустимого використання землі та забезпечення безпечного землекористування. Індикатор урбогенності розширює систему оперативного аналізу небезпек, оскільки дозволяє проводити просторовий розподіл загроз, виявляти як природно-техногенні небезпеки (наприклад, карстові провали, підтоплення, що посилюються забудовою) корелюють із щільністю населення та інфраструктури, виявляти територіальні осередки концентрування загроз (наприклад, ЛЕП, продуктопроводи, забруднені землі) та міська забудова.

Індикатор урбогенності дозволяє територіально локалізувати виявлені ризики (відходи, забруднення води), що є передумовою для ефективного розподілу ресурсів, що є завданням регіональної системи управління.

1.3. Пріоритети та інструменти управління екологічною безпекою України в контексті світових практик

Ефективна національна система оцінювання ризиків і загроз – це ключовий компонент стратегічного планування для забезпечення стійкості держави. Такі системи є національними, оскільки вони діють на загальнодержавному рівні, охоплюють процеси забезпечення безпеки держави, суспільства та громадян, і базуються на широкій міжвідомчій співпраці та взаємодії [6, 8].

В аналітичній доповіді [27] представлено моделі національних систем оцінювання ризиків і загроз окремих країн, зокрема і щодо екологічного ризику.

Система Нідерландів інтегрує екологічні питання безпосередньо у стратегічні пріоритети. Екологічна безпека прямо визначена як один із ключових національних безпекових інтересів. Національна оцінка ризиків містить аналіз загроз суспільному здоров'ю та довкіллю, а також техногенних аварій, які мають прямі екологічні наслідки (наприклад, хімічні, біологічні, радіологічні). Довгостроковий прогноз обов'язково включає стан природного середовища та зміни клімату як одну з чотирьох основних інтегрованих тем, що впливає на формування майбутніх загроз [43].

Національна система оцінювання ризиків і загроз Великої Британії оцінює екологічні ризики як частину широкого спектра надзвичайних ситуацій та має спеціалізовані органи. Оцінка ризиків охоплює широкий спектр загроз, включно з надзвичайними ситуаціями природного походження/стихійними лихами (повені, пожежі) та техногенними катастрофами, які становлять екологічні ризики. Наслідки ризиків оцінюються за впливом на навколишнє природне та антропогенне середовище. До оцінювання залучаються профільні установи, такі як Агентство з питань навколишнього середовища та Метеорологічне бюро. Існує окрема Британська оцінка ризиків зміни клімату (UK Climate Change Risk Assessment), зорієнтована на визначення вразливостей від зміни клімату в перспективі до ста років [44].

Система оцінки ризиків у Новій Зеландії робить акцент на природно-обумовлених ризиках та їхніх наслідках для навколишнього середовища. Законодавчо вимагається оцінювання ризиків, які мають прямі екологічні компоненти, а саме: землетруси та вулканічна діяльність, цунамі, прибережна ерозія, повені, шкідники та хвороби тварин і рослин (що стосується сільського господарства та екосистем). При прогнозуванні наслідків ризиків використовується стандартизована таблиця, що включає сферу екології як ключовий параметр. Система зосереджується на Національній стратегії протидії лихам, що включає етапи зменшення ризиків і відновлення після лих, які часто мають екологічну основу [42].

Поточна українська система страждає від методологічної фрагментації (різні відомства використовують власні підходи, що унеможлиблює порівняння) та орієнтації на минулий досвід, що призводить до неготовності перед новими викликами [32].

Щоб ефективно оцінювати екологічні ризики та екологічну безпеку Україна має:

- впровадити універсальні протоколи та єдині критерії оцінки, що дозволить інтегрувати оцінки забруднення, кліматичних змін та техногенних аварій в єдину картину;
- відмовитися від оцінки на основі "минулого досвіду" і зосередитися на моделюванні кризових сценаріїв (зокрема, з каскадними ефектами), включаючи екологічні мегатренди;
- забезпечити функціонування системи на національному, регіональному та місцевому рівнях із чітким взаємозв'язком між ними (наприклад, розробка регіональних профілів ризиків). Це особливо важливо для екологічних ризиків, оскільки управління такими комплексними цілями, як збереження біотичного різноманіття та формування екологічних мереж, потребує не лише централізованої стратегії, але й оперативного, адаптованого до місцевих умов впровадження на регіональному та локальному рівнях.

Розробка регіональних профілів ризиків має включати детальну оцінку вразливості екосистемних послуг;

- обов'язково інтегрувати оцінку спроможностей (ресурсів, техніки, персоналу) для запобігання, реагування та відновлення після екологічних катастроф.

На регіональному територіальному рівні цілями управління екологічною безпекою є:

- 1) збереження природних екосистем і перебігу в них природних процесів;
- 2) відновлення первинних рослинних угруповань і асоціацій фауни;
- 3) будівництво територіальних комплексів, наближених до характерних для певної фізико-географічної зони природних екосистем, в антропогенно змінених екосистемах (агроекосистемах);
- 4) збереження та відновлення біотичного та ландшафтного різноманіття;
- 5) формування регіональних і локальних екологічних мереж [4].

Реалізація концепції екосистемних послуг має важливе місце в системі управління екологічною безпекою територіальних одиниць. З 2020 року запроваджено екосистемний підхід в управлінні територіями. Українське законодавство для цього має бути гармонізовано з європейським.

Грошова оцінка екосистемних послуг, розробка та впровадження механізмів оплати та використання вартості цих послуг дозволить реалізувати програми (заходи) щодо забезпечення екологічно безпечного функціонування екосистем у межах територіальних одиниць.

Для впровадження концепції екосистемних послуг у системи управління екологічною безпекою територіальних одиниць необхідно науково обґрунтувати, удосконалити та узагальнювати класифікацію екосистем та їх послуг, методи оцінки стану екосистем та калькуляцію вартості екосистемних послуг, а також розробляти та приймати відповідні законодавчі та нормативні акти [45].

Згідно з дослідженнями [35], як українське, так і європейське законодавство зобов'язує суб'єктів господарювання самостійно здійснювати

моніторинг антропогенного забруднення та інформувати громадськість про досягнутий рівень екологічної безпеки своїх об'єктів. Однак, незважаючи на ці вимоги, на сьогодні не розроблено єдиного уніфікованого показника для комплексної оцінки екологічної безпеки [15].

Таким чином, ключовою методологічною проблемою, що потребує вирішення для ефективного функціонування багаторівневої національної системи оцінки ризиків в Україні, є розробка та впровадження єдиного уніфікованого інтегрального показника для комплексної оцінки екологічної безпеки [26]. Цей показник має бути здатним адекватно відображати вартість деградації екосистемних послуг та забезпечувати порівнянність ризиків на національному, регіональному та місцевому рівнях.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Фізико-географічні та соціально-економічні фактори екологічного ризику Львівщини

Львівська область має складний профіль екологічної безпеки, що формується поєднанням унікальних природних умов та інтенсивного антропогенного навантаження.

Територія області, розташована на стику різних природних зон (Мале Полісся, Розточчя, Прикарпаття), має високу природну вразливість до низки екологічних загроз.

Кліматичні умови Львівщини, як і більшості території України, посилюють необхідність довгострокового прогнозування, зважаючи на глобальні зміни. Регіон відчуває зростання частоти та інтенсивності аномальних погодних явищ (зливи, тривалі посухи, сильні вітри). Це створює додатковий ризик для агроєкосистем та критичної інфраструктури. Зростання температури та зміни режиму опадів також впливають на водний баланс та сприяють поширенню шкідників і хвороб.

Наявність великої кількості річок, схильність до повеней (особливо у гірській та передгірній частинах) та значна заболоченість (Поліська частина) підвищують ризик надзвичайних ситуацій природного походження і вимагають постійної оцінки гідрологічних ризиків.

Ґрунтовий покрив є критичним компонентом екосистем, а його деградація прямо впливає на екосистемні послуги. На території області поширені дерново-підзолисті ґрунти (Полісся), сірі лісові (Опілля, Розточчя) та чорноземи (на півдні). Значні площі ґрунтів схильні до ерозії (водної та вітрової), підкислення (через атмосферні викиди та хімізацію) та перезволоження або заболочення. У районах інтенсивної промисловості (наприклад, колишні гірничодобувні центри) ґрунти можуть бути забруднені

важкими металами та іншими токсичними речовинами. Така деградація прямо знижує продуктивність екосистем та загрожує здоров'ю населення.

Розташування на кордоні з ЄС робить область чутливою до транскордонних впливів, які можуть проявлятися у забрудненні річок чи атмосферному перенесенні забруднюючих речовин.

Промисловий потенціал Львівщини є головним джерелом антропогенних стресорів та причиною деградації природних ресурсів (рис. 2.1-2.2).



Рис. 2.1. Господарський комплекс Львівщини

Область історично має розвинену гірничодобувну промисловість (вугілля, сірка), що призвело до створення великих територій техногенного навантаження (відвали, шахтні води, кар'єри). Це є прямим джерелом техногенних аварій та хімічних стресорів, які мають прямі екологічні наслідки. Хоча гірничодобувна промисловість скорочується, значну екологічну небезпеку становлять галузі хімічної промисловості, енергетики (особливо вугільної

теплоенергетики) та машинобудування. Діяльність цих підприємств призводить до викидів в атмосферу, що впливають на якість повітря в урбанізованих центрах, скидів промислових стоків у водні об'єкти, що порушує екологічні стандарти та призводить до водного забруднення, накопичення промислових та побутових відходів, що вимагає впровадження ефективного екологічного менеджменту. А висока щільність транспортної мережі (через область проходять ключові міжнародні коридори) додає значний внесок у забруднення повітря та шумове навантаження, особливо навколо м. Львова.

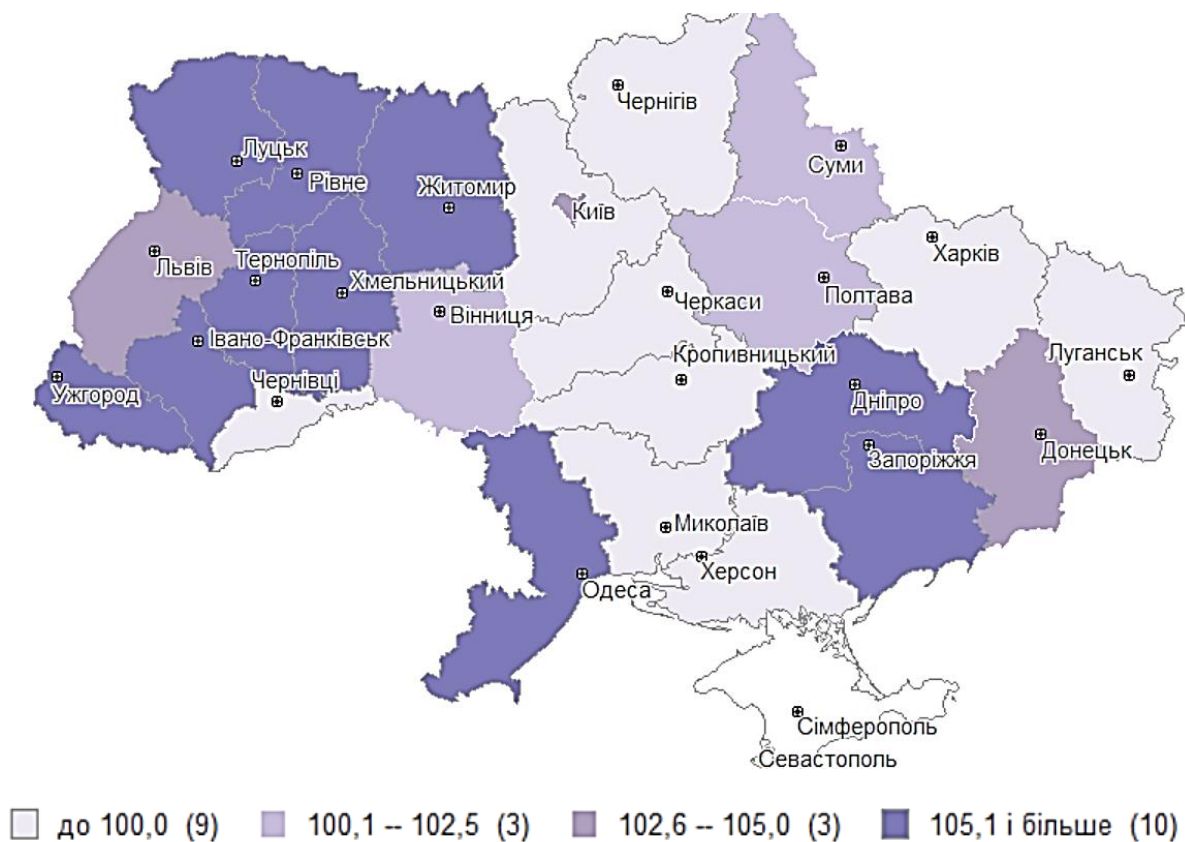


Рис. 2.2. Індекс промислової продукції, % до попереднього року (дані 2021 р.) [13]

Наявність значної частки територій природно-заповідного фонду підвищує екологічну цінність регіону, але водночас створює потребу в жорсткішому управлінні ризиками. ПЗФ Львівщини включає національні природні парки, заповідники та заказники, які є основою для формування регіональних екологічних мереж (одна з цілей регіонального управління).

Зростання антропогенного тиску та зміни клімату створюють загрози біотичному та ландшафтному різноманіттю. Це вимагає впровадження ефективних регіональних профілів ризиків, які б захищали ці цінні, але вразливі, екосистеми.

Захист соціокультурних компонентів (історичні пам'ятки, ландшафт) також нерозривно пов'язаний зі збереженням природних ландшафтів, що є частиною розширеного концепту екологічної безпеки.

Високий рівень урбанізації та концентрація населення є факторами вразливості. Львів є одним із найбільших адміністративних центрів, де критично важливо забезпечити екологічну безпеку для підтримки життєздатності складних систем. Це вимагає розробки моделі екологічного розвитку урбанізованої території.

Саме через ці соціально-економічні фактори регіон потребує адаптованого до місцевих умов впровадження національної системи, зокрема, через розробку регіональних профілів ризиків, що враховують специфіку промислових "гарячих точок" та демографічну структуру області.

2.2. Методичні підходи до оцінки екологічного ризику

Оцінка ступеня впливу, який чинять антропогенні об'єкти на довкілля, ускладнюється через низку невизначеностей [46]. Ці проблеми виникають на всіх етапах життєвого циклу хімічних речовин – від початкового видобутку сировини до фінальної переробки готової продукції. У багатьох випадках обсяг знань про ці стадії є недостатнім, неточним або лише опосередковано стосується досліджуваного хімікату.

При аналізі екологічних ризиків можна виділити чотири ключові джерела цих невизначеностей:

1. недостатнє теоретичне розуміння. Першим джерелом є поточний дефіцит наукових знань щодо причинно-наслідкових зв'язків між хімічними

продуктами та природним середовищем, а також відсутність надійної наукової основи для адекватного опису цих процесів.

2. обмеженість моделей. Другим фактором є використання спрощених моделей, які часто не відповідають реальним умовам життєвого циклу речовини. Це зумовлено браком конкретних емпіричних даних, що змушує дослідників до значних спрощень у моделюванні.

3. ненадійність емпіричних даних. Третє джерело стосується неточності експериментальних даних, зібраних про життєвий цикл продукту. Труднощі при польовому моніторингу, відсутність довгострокових статистичних рядів спостережень, а також значна просторова варіативність концентрації хімічних сполук у природному середовищі знижують надійність цих даних.

4. чутливість до припущень. Четвертим джерелом є припущення, на яких базується аналіз екологічних ризиків. Результати оцінки можуть виявитися надзвичайно чутливими до змін у наборі цих прийнятих початкових гіпотез.

У загальному випадку можна виділити два ключових підходи до вивчення екологічних ризиків: якісний підхід і кількісний підхід. Якісний підхід до аналізу екологічних ризиків передбачає опис усіх ризиків, що припускаються в умовах експлуатації одного техногенного об'єкта, та їх причин, а також оцінку вартості їх наслідків, а також перелік заходів щодо зменшення самих ризиків та мінімізації їх наслідків. Під час якісного аналізу екологічних ризиків визначається перелік факторів ризику, які в довгостроковій перспективі можуть призвести до можливих негативних впливів на довкілля, а також імовірність їх виникнення та можливий час виникнення. До якісних методів, які використовуються в процесі оцінки екологічних ризиків, відносяться комплекс методів видачі експертних оцінок, метод аналізу рівня негативного впливу, метод аналогії [47].

Оцінювання екологічних ризиків за допомогою експертних методів являє собою низку якісних підходів. Цей багатокomпонентний комплекс включає

логічні, математичні та статистичні інструменти, а також відповідні дослідницькі процедури для аналізу ризиків. Аналітичні висновки, отримані при застосуванні цих методів, базуються на думках та досвіді кваліфікованих експертів, які раніше вже оцінювали антропогенні об'єкти, подібні до тих, що аналізуються. До цієї категорії аналізу екологічних ризиків належать, зокрема, бальний метод та методи ранжування [39].

У сучасній практиці бальний метод оцінки екологічного ризику реалізується шляхом розрахунку узагальнюючого інтегрального показника. Цей показник формується на основі низки індивідуальних критеріїв, кожен з яких відображає ступінь важливості та значущості конкретної екологічної загрози. Використання цього методу складається з наступних етапів.

На початковій стадії цього процесу необхідно ідентифікувати ключові фактори, які впливають на вірогідність виникнення екологічної загрози. Далі обирається узагальнений математичний індикатор, який слугуватиме мірою рівня екологічного ризику. Одночасно формується набір окремих критеріїв, що кількісно або якісно описують ступінь екологічного ризику для кожного з попередньо визначених факторів. Наступний крок передбачає розробку системи вагових коефіцієнтів, які відображають значущість кожного фактора у загальній оцінці ризику, а також створення шкали бальної оцінки для всіх виявлених елементів. Потім кожному фактору присвоюється певний бал, і шляхом множення цих балів на відповідні вагові коефіцієнти розраховується інтегральний показник, що відображає загальний рівень екологічного ризику. Завершується процес формуванням набору рекомендацій від експертів щодо ефективного управління виявленими екологічними ризиками [50].

Техніка ранжування є методом оцінки екологічних ризиків, який полягає у присвоєнні пріоритетів загрозам. Ранжування зазвичай виконується після проведення бальної оцінки. Таким чином, пріоритетизація можливих екологічних ризиків визначається на основі двох ключових характеристик: значущості (масштабу наслідків) ризику для навколишнього середовища та ймовірності його настання. Для оцінки значущості наслідків застосовуються

або абсолютні критерії (наприклад, грошовий розмір збитків), або відносні критерії (наприклад, рівень шкоди відносно загальної вартості активів). Кількісний рівень екологічного ризику або розмір потенційної шкоди довкіллю визначається шляхом множення показника ймовірності виникнення ризику на показник розміру можливої шкоди при його реалізації. Фінальним кроком є впорядкування (ранжування) отриманих розрахункових значень, які характеризують рівень екологічної загрози.

Аналіз рівня негативного впливу та метод аналогії – контексті аналізу екологічних ризиків ґрунтується на припущенні, що виникнення шкоди довкіллю, яка є негативним наслідком виникнення екологічного ризику, може бути спричинене такими факторами під час експлуатації техногенного об'єкта:

- недооцінка рівня негативного впливу на довкілля під час реалізації окремих етапів промислового виробництва або експлуатації техногенного об'єкта як об'єкта. цілий;
- невідповідність фактичного рівня негативного впливу на довкілля запланованому;
- невідповідність фактичних нормативів впливу на навколишнє середовище (кількість відходів, викидів в атмосферу тощо) запланованим показникам внаслідок непередбачуваних змін у експлуатації антропогенного об'єкта.

Під час аналізу складається багатoeлементний постатейний перелік усіх можливих причин і кількісних варіантів підвищення планового рівня розрахункових впливів на навколишнє середовище. Процес промислового виробництва поділяється на кілька послідовних етапів, і в кінці кожного етапу порівнюється фактичний рівень впливу на навколишнє середовище і запланований рівень. Якщо фактичний рівень впливу на навколишнє середовище значно перевищує запланований рівень, це означає підвищення рівня екологічного ризику.

Метод оцінки екологічних ризиків за аналогією передбачає оцінку поточного рівня ризику для конкретного техногенного об'єкта на основі

детального аналізу даних щодо переліку екологічних ризиків та рівня їх впливу на довкілля при експлуатації подібних техногенних об'єктів. Відповідно до аналізу основних принципів оцінки екологічних ризиків із застосуванням методів якісного аналізу важливо зазначити, що в практиці управління екологічною безпекою якісні методи аналізу ризиків слід використовувати лише в поєднанні з методами кількісної оцінки екологічних ризиків, які дозволяють об'єктивно оцінити рівень екологічних ризиків та їх вплив на довкілля. Під час кількісної оцінки екологічних ризиків проводиться чисельна оцінка ймовірності настання будь-яких ризикових подій. Крім того, при проведенні кількісної оцінки екологічних ризиків розраховуються показники, які кількісно характеризують ступінь екологічного ризику.

Метод аналізу чутливості та критичних значень – це метод кількісного аналізу можливих екологічних ризиків, він передбачає проведення дослідження математичної залежності різних показників впливу на навколишнє середовище від зміни величини одного з параметрів функціонування даного антропогенного об'єкта при незмінності значень решти параметрів. У рамках аналізу чутливості критичних значень проводяться такі аналітичні процедури: математично визначається наявність і характер зв'язку між набором початкових параметрів антропогенного об'єкта та досліджуваним показником, який ілюструє ступінь впливу на навколишнє середовище; визначаються найбільш імовірні чисельні значення набору вихідних параметрів діючого техногенного об'єкта та ймовірні діапазони їх кількісних змін, які зазвичай становлять 5-10 %; розраховується найбільш ймовірне значення досліджуваного показника впливу на навколишнє середовище; розрахунок досліджуваного показника впливу на навколишнє середовище проводиться зі зміненими значеннями вихідного параметра антропогенного об'єкта; сукупність вихідних параметрів антропогенного об'єкта ранжується за таким критерієм, як ступінь впливу цих параметрів на кількісну зміну досліджуваного показника впливу на навколишнє середовище, таким чином визначається ступінь ризику від зміни вихідних параметрів антропогенного об'єкта.

Продовженням цього методу оцінки ризику є метод критичних точок, який ще називають методом перевірки стійкості антропогенного об'єкта. Цей метод базується на визначенні значень ряду змінних факторів ризику, які здатні змінювати показники впливу на навколишнє середовище та доводити їх до критичної межі. У процесі аналізу розробляються найбільш ймовірні сценарії зміни вихідних показників антропогенного об'єкта, а також критичні сценарії їх зміни. Після цього ступінь можливого впливу на навколишнє середовище у разі виникнення критичних сценаріїв. Основним недоліком цих двох методів кількісної оцінки екологічних ризиків є припущення ізольованого характеру змін початкових факторів ризику. На практиці початкові екологічні фактори ризику часто корелюють один з одним, і зміна одного з них призводить до зміни інших.

Метод моделювання. Алгоритм оцінки екологічного ризику за допомогою моделювання включає наступні кроки:

- проведення аналізу чутливості антропогенного об'єкта та визначення переліку ключових факторів функціонування цього антропогенного об'єкта, будь-які зміни переліку, які призводять до найбільших відхилень результуючого показника впливу на довкілля.
- за допомогою методу експертних оцінок або на основі статистичних даних для кожного фактора встановлюється максимальне значення, мінімальне значення та розподіл ймовірностей.
- виконується багаторазове випадкове моделювання змін встановлених ключових факторів у межах обраного розподілу ймовірностей, після чого розраховуються значення впливу на навколишнє середовище, що відповідають кожному значенню факторів ризику.

На основі інформації, отриманої в результаті аналізу за допомогою моделювання, можна з досить високим ступенем вірогідності розрахувати ймовірність рівня впливу антропогенного об'єкта на навколишнє середовище.

2.3. Методика розрахунку інтегрального показника екологічного ризику

Екологічна безпека визначається як стан відсутності прямих чи опосередкованих чинників, процесів або дій, здатних завдати істотної шкоди навколишньому середовищу, здоров'ю населення та матеріальним ресурсам.

Ключовим узагальнюючим індикатором екологічної безпеки є екологічний ризик – імовірність незворотних негативних змін екосистеми, спричинених сукупністю шкідливих антропогенних та техногенних впливів.

Прогнозування екологічних та технологічних катастроф є критичною ланкою у визначенні фактичного рівня екологічної безпеки території. Інтегральна оцінка ризику дозволяє кількісно визначити та обґрунтовано охарактеризувати рівень безпеки регіону.

Оцінка ризику збитку життю та здоров'ю людини (індивідуальний ризик смерті внаслідок надзвичайних ситуацій):

$$q_j = n_j / N_j (1/\text{рік}) \quad (2.1)$$

де n_j – кількість загиблих у надзвичайних ситуаціях на території j -го регіону;

N_j – населення регіону.

Оцінка ризику матеріальних збитків (відносний матеріальний збиток):

$$C_{Nj} = C_j / N_j \quad (2.2)$$

де C_j – сумарний матеріальний збиток регіону внаслідок надзвичайних ситуацій.

Для міжрегіонального зіставлення в Україні використовуються нормовані показники:

1. нормований індивідуальний ризик смертності:

$$W1j = q_j / q_{\max} \quad (2.3)$$

де $q_{\max}$ – максимальне значення індивідуального ризику смерті серед порівнюваних регіонів.

2. нормований відносний матеріальний збиток:

$$W2j = C_{Nj} / C_{Nj_{\max}} \quad (2.4)$$

де $CN_{j_{\max}}$ – максимальний відносний матеріальний збиток серед регіонів.

Для більш глибокого ранжування та комплексної оцінки регіонів використовується інтегральний показник небезпеки W_j :

$$W_j = \sum \beta_k * w_{kj}; k=1, 2, 3; j=1 \dots n \quad (2.5)$$

де n – кількість регіонів; w_{kj} – k -й показник небезпеки регіону; β_k – ваговий коефіцієнт (сума всіх $\beta_k=1$);

Показники небезпеки w_{kj} включають: w_{1j} , w_{2j} , w_{3j} – частка потенційно небезпечної території (де можлива дія небезпечних факторів надзвичайних ситуацій) [19].

Середньоукраїнський загальний інтегральний показник небезпеки дорівнює 0,258. Ця величина слугує точкою відліку для розподілу регіонів на класи:

- клас підвищеної небезпеки: інтегральний показник значно перевищує середній (понад 0,3);
- клас помірної небезпеки: значення w_{kj} наближається до середнього (у межах 0,2–0,3);
- клас відносної небезпеки: показники значно менші за середній (менше 0,2).

2.4. Методика визначення коефіцієнта кореляції

Для визначення ступеня кореляції використали методику Пірсона (r), якою встановлювали ступінь лінійної залежності між двома кількісними змінними: рівнем забруднення (незалежна змінна X) та показником смертності (залежна змінна Y) у вибірці часових періодів.

Для обрахунку коефіцієнта кореляції необхідно мати парні дані для кожного об'єкта дослідження (регіону i):

- X_i – показник забруднення (наприклад, середньорічна концентрація $PM_{2.5}$ у регіоні i).

- Y_i – стандартизований коефіцієнт смертності від обраної групи захворювань (наприклад, хвороб органів дихання) у регіоні i .
- n – загальна кількість пар спостережень.

Коефіцієнт Пірсона розраховується як відношення коваріації між змінними до добутку їхніх стандартних відхилень:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

(2.6)

де:

- $\bar{X}$ та $\bar{Y}$ – середні арифметичні значення для змінних X та Y .
- $X_i - \bar{X}$ та $Y_i - \bar{Y}$ – відхилення кожного спостереження від середнього значення.

Значення коефіцієнта r завжди лежить у діапазоні від -1 до +1. За табл. 2.1. встановлювати ступінь залежності.

Таблиця 2.1

Можливі значення коефіцієнта r та сила кореляційного зв'язку

Значення r	Сила зв'язку	Напрямок	Значення
$\approx +1$	Сильний прямий	Зі зростанням забруднення (X) зростає і смертність (Y).	Підтвердження екологічного ризику
≈ -1	Сильний обернений	Зі зростанням забруднення (X) смертність (Y) знижується.	Вказує на помилку в даних або вплив неврахованих факторів
≈ 0	Відсутність лінійного зв'язку	Зв'язок між X і Y відсутній або є нелінійним.	Не підтверджує лінійної асоціації

Діапазон r 0.9 – 1.0 – зв'язок дуже сильний;

0.7 – 0.9 – сильний;

0.5 – 0.7 – помірний;

0.3 – 0.5 – слабкий;

0.0 – 0.3 – дуже слабкий або відсутній.

Кореляція Пірсона є найпростішою методикою, але вона не контролює вплив інших факторів (наприклад, вікової структури населення чи паління), які можуть створювати помилковий (хибний) зв'язок.

Інтегральний показник екологічної безпеки Львівської області розраховується за принципом зваженої суми нормованих індикаторів, де вагові коефіцієнти (k) визначають важливість кожного фактора. Він є аналогом або модифікацією інтегрального показника небезпеки (W_j):

$$W_j = \sum_{k=1}^n \beta_k \cdot w_{kj} \quad (2.7)$$

Наприклад, якщо викиди в атмосферу є найбільш критичним фактором (мають високий ваговий коефіцієнт) вони матимуть найбільший вплив на кінцеве значення W_j .

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Аналіз ключових індикаторів екологічного ризику та екологічної безпеки Львівської області

Навіть в умовах глибокої еколого-економічної кризи, з якою зіткнулося українське суспільство, впровадження економічних інструментів для регулювання природокористування залишається першочерговим завданням. Йдеться, зокрема, про оцінку та моніторинг екологічного ризику. Успішне вирішення цього завдання критично важливе для забезпечення економічної ефективності та здатності національної економіки до стабільного, тривалого саморозвитку.

Екологічний ризик є ключовою характеристикою екологічної безпеки, оскільки він відображає її об'єктивну сутність – імовірність настання негативного явища. Згідно з державними стандартами, екологічний ризик визначається як імовірність негативних наслідків від шкідливого впливу на довкілля, які можуть призвести до незворотної деградації екосистеми.

Оскільки рівні більшості екологічних загроз є високодинамічними, для ефективного управління ними на практиці необхідно знати поточні значення цих рівнів. Звідси випливає необхідність моніторингу поточних значень екологічних ризиків. Особливе значення має оцінка та моніторинг на регіональному рівні. Завдання регіональної системи управління екологічними ризиками включають:

- ефективну реалізацію проектів, спрямованих на мінімізацію конкретних екологічних загроз;
- раціональний розподіл ресурсів, виділених на охорону навколишнього середовища [11].

Існують значні регіональні відмінності в антропогенному навантаженні та стані екологічної безпеки територій для регіонів України. Це зумовлено територіально-кліматичними особливостями конкретних регіонів,

територіально-галузевою структурою агропромислового комплексу, особливостями природокористування, діяльністю суб'єкта господарювання. Деструктивні процеси господарської діяльності пов'язані з високою енерго- і ресурсомісткістю переважної більшості виробничих процесів, а високий ступінь фізичного та морального зносу основних фондів у всіх галузях народного господарства та інтенсивне використання природних ресурсів і, як наслідок, виснаження водних, земельних, сировинних і біотичних ресурсів. Це суттєво впливає на виникнення масштабних загроз національній безпеці в екологічній та природно-техногенній сферах [40].

Інтегральний показник природно-техногенної безпеки Львівщини за даними [1] є в межах 0,25-0,29, що свідчить про високий ризик виникнення надзвичайних ситуацій та значні збитки для населення та екосистем (рис. 3.1) [30].

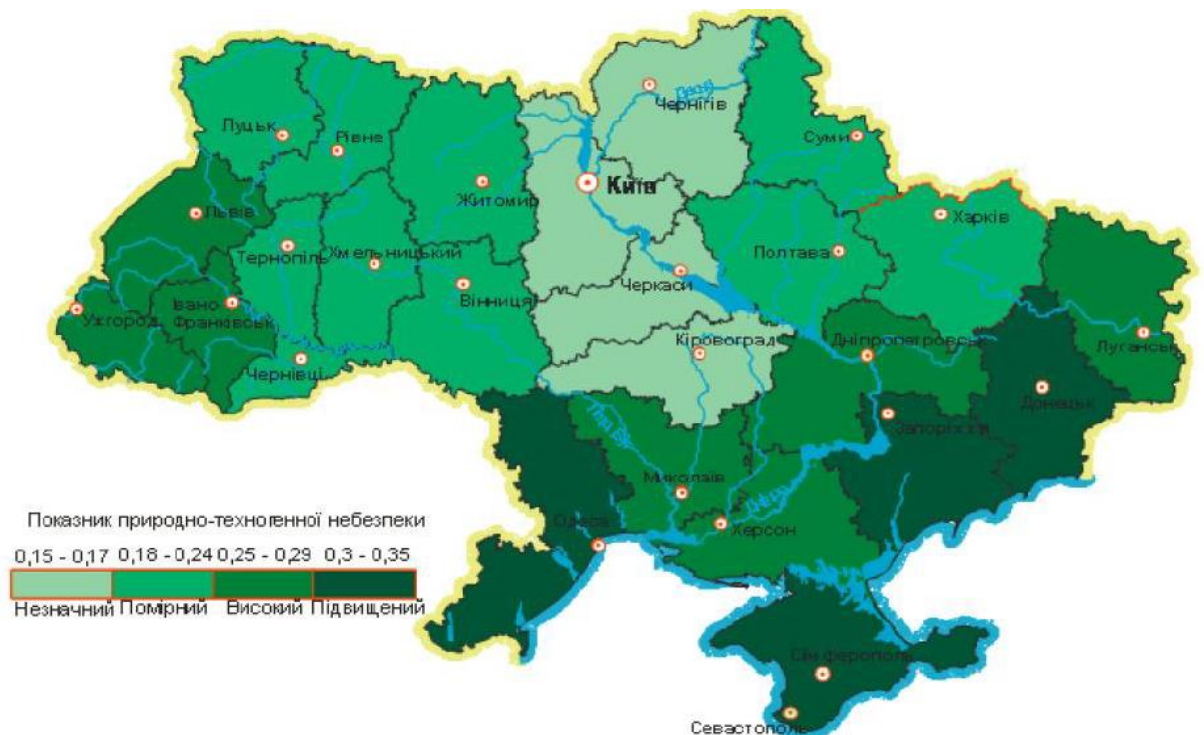


Рис. 3.1. Рівні природно-техногенної безпеки України [1]

Далі у роботі розглянуто ключові показники антропогенного навантаження на водні, атмосферні та земельні ресурси, поводження з відходами та стан захворюваності населення Львівської області в динаміці.

Їхній аналіз дозволяє зробити конкретні висновки щодо оцінки екологічного ризику та рівня екологічної безпеки регіону.

3.1.1. Стан довкілля Львівщини як фактор екологічного ризику

Загальна динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря (рис. 3.2) демонструє суттєве зниження техногенного ризику в останні аналізовані роки. Максимальні викиди були у 2020–2022 роках (близько 75–76 тис. тонн). У 2023 році показник впав до 57,9 тис. тонн, а у 2024 році — до 55,3 тис. тонн. Це зниження на приблизно 20–25 тис. тонн знижує ймовірність виникнення респіраторних та онкологічних захворювань, пов'язаних із забрудненням повітря.

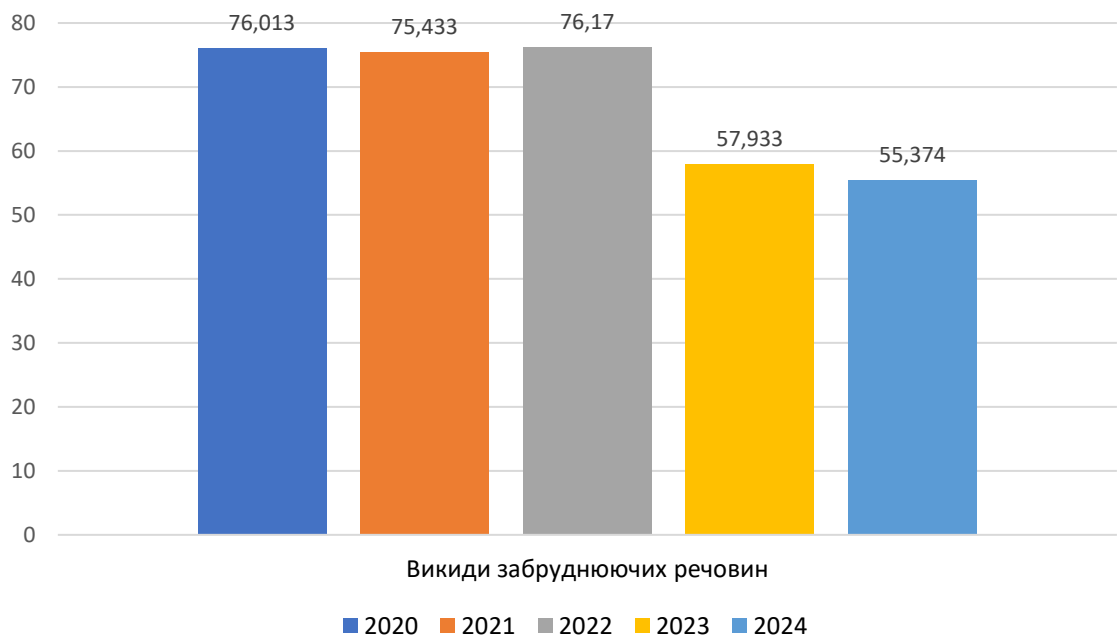


Рис. 3.2. Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря Львівської області, тис. т

Аналіз структури викидів показує (рис. 3.3), що ризик концентрується навколо одного домінуючого забруднювача – діоксиду та інших сполук сірки. Ця група речовин стабільно формує найбільший ризик, особливо у 2020–2022

роках (15–25 тис. тонн). SO_2 є потужним чинником ризику для дихальної системи та кислотних дощів.

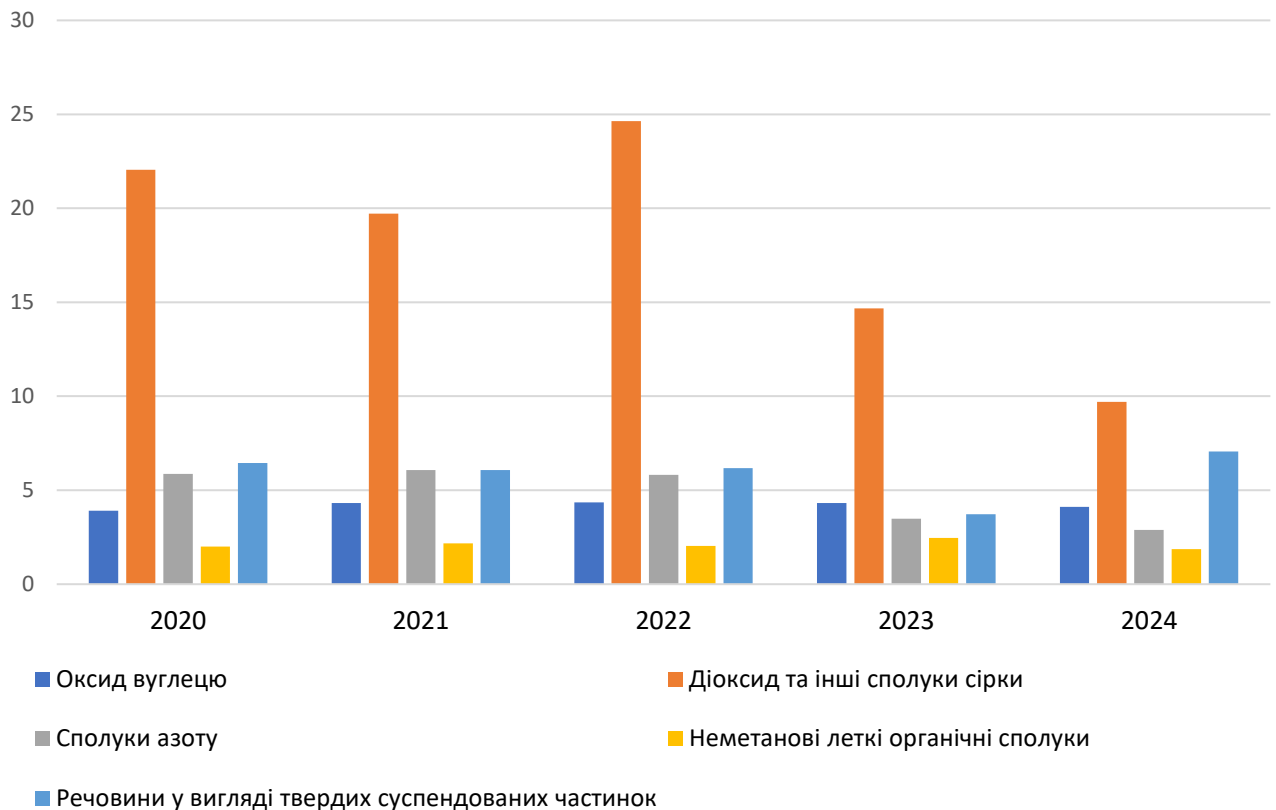


Рис. 3.3. Динаміка викидів за окремими забруднювачами та групами забруднювачів, тис. т

Незважаючи на загальне зниження викидів, обумовлене, ймовірно, військовим станом та економічними чинниками (а не структурною модернізацією), структура ризику залишається незбалансованою з акцентом на високотоксичний компонент. Це вказує на нестабільність екологічної безпеки в цій сфері.

Аналіз водного балансу вказує на системну проблему у сфері очищення стічних вод, що є хронічним джерелом екологічного ризику.

Найбільший обсяг води використовується на побутово-питні потреби (55–61 млн. м³), що робить населення основною мішенню у випадку забруднення. Різне падіння обсягу оборотного та повторно-послідовного водопостачання з 385 млн. м³ (2022 р.) до 186,1 млн. м³ (2024 р.) вказує на зниження водоефективності промисловості та/або її різке скорочення (табл. 3.1). Це

підтверджує, що зниження навантаження на природні джерела (у 2023–2024 рр.) є, скоріше, наслідком економічного спаду, а не впровадженням інноваційних технологій.

Таблиця 3.1

Показники водоспоживання на Львівщині, млн. м³

Показник	2020	2021	2022	2023	2024
Забрано води з природних водних об'єктів	143,8	176,4	183,1	174,8	133,2
• з підземних водних об'єктів	125,7	151,3	157,0	148,0	108,3
Спожито свіжої води	101,1	130,8	132,3	138,1	91,8
• на виробництво	33,5	34,8	33,8	35,6	33,1
• на побутово-питні потреби	56,1	61,9	50,3	57,0	55,4
• на сільськогосподарські потреби	10,3	30,7	46,2	42,6	2,8
Обсяг оборотного та повторно-послідовного водопостачання	354,4	355,0	385,0	252,2	186,1

Водовідведення та якість вод – це найбільш критичний індикатор екологічної безпеки Львівщини. Загальне водовідведення є стабільно високим (153–195 млн. м³).

Обсяг забруднених зворотних вод є найбільшою загрозою. Він стабільно перевищує 112 млн. м³ щороку (табл. 3.2). Обсяг нормативно-очищених вод є критично низьким (17,9–22,5 млн. м³), що складає лише 10–12% від загального водовідведення. Це свідчить про системну нездатність регіональної інфраструктури (очисних споруд) забезпечити екологічну безпеку водних об'єктів.

Показники техногенного та природного порушення ґрунтів Львівської області є критично важливим для оцінки екологічного ризику та безпеки літосфери.

Таблиця 3.2

Показники водовідведення на Львівщині, млн. м³

Показник	2020	2021	2022	2023	2024
Загальне водовідведення	164,6	188,8	188,3	195,5	153,9
• у поверхневих водних об'єктах	155,4	149,8	143,1	152,2	145,9
• нормативно-очищених	22,5	17,9	18,1	21,3	19,0
• забруднених зворотних вод	123,2	119,8	113,9	118,5	112,3
• без очищення	1,2	0,7	0,6	1,2	0,9

У таблиці 3.3 продемонстровано стабільний, але значний рівень порушених земель, що свідчить про тривалий техногенний ризик. Нульові показники завершеної рекультивації свідчать про критично низький рівень екологічної безпеки у сфері використання та відновлення земель. Це є прямим доказом того, що техногенні ризики не усуваються, а накопичуються.

Таблиця 3.3

Рекультивація порушених земель на Львівщині

Показник	Площа (тис. га)	% до загальної площі регіону	Висновок щодо ризику
Всього порушених земель	10,74	0,49	Значний обсяг земель виведений з нормального користування (наприклад, гірничі відводи, кар'єри, полігони побутових відходів).
Всього відпрацьованих земель	7,77	0,36	Велика частка відпрацьованих земель потребує відновлення.
Здійснено рекультивацію	0	0	Критичний індикатор. Відсутність рекультивації (нульовий показник) вказує на неефективність або повну відсутність заходів з відновлення екологічної безпеки літосфери. Це створює довгостроковий

			ризик забруднення, зсувів та подальшої деградації земель.
Перебувають у стадії рекультивації	0,20	0,009	Мізерно мала частка порівняно з обсягом відпрацьованих земель (7,77 тис. га), що підтверджує проблему.

На Львівщині є землі, які за своїм станом мають бути виведені з використання для запобігання подальшому погіршенню (консервації) (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Землі, що потребують консервації

Вид земель	Площа (тис. га)	% до загальної площі	Висновок щодо ризику
деградовані	1,76	0,08	Свідчить про зниження агропромислового потенціалу регіону. Деградація (втрата гумусу, погіршення фізико-хімічних властивостей) та малопродуктивність ґрунтів є еколого-економічним ризиком, оскільки знижують урожайність та потребують додаткових ресурсів (добрив, меліорації), що, своєю чергою, збільшує хімічне навантаження на довкілля.
малопродуктивні	0,61	0,03	
техногенно забруднені	0,59	0,03	Ці землі становлять прямий хімічний ризик (важкі метали, нафтопродукти), і їхня консервація є мінімальним заходом безпеки.
Всього земель, що потребують консервації	2,97	0,13	Стабільна потреба у консервації протягом 2022–2024 років.
Проведено	0	0	Критичний індикатор. Відсутність

консервацію			фактично проведеної консервації (нульовий показник) вказує на ігнорування необхідності ізоляції деградованих та забруднених ґрунтів, що призводить до поширення забруднення (через фільтрацію в ґрунтові води) та посилює екологічний ризик.
-------------	--	--	--

Як і у випадку з рекультивацією, нульові показники консервації підтверджують, що превентивні заходи для підвищення екологічної безпеки ґрунтів не вживаються.

Основні види деградації земель (табл. 3.5) демонструють природно-техногенні чинники ризику.

Таблиця 3.5

Показники деградації земель області

Вид деградації	Площа (тис. га)	% до загальної площі	Висновок щодо ризику
Землі із кислими ґрунтами	791	36,2	Найбільший показник. Висока кислотність погіршує агроекологічний стан, а також може бути опосередковано пов'язана з промисловими викидами SO ₂ та NO _x , що впливає на рослини та знижує показники стійкості ґрунтів.
Дефляційно-небезпечні землі (вітрова ерозія)	340	15,6	Вказує на ризик запилення та перенесення забруднених часток на інші території, що посилює ризик забруднення повітря та ґрунтів.
Землі, піддані водній ерозії	333,7	15,3	Це посилює ризик зсувів та замулення водних об'єктів (річок), що знижує їхню екологічну безпеку.
Землі	192	8,8	Надмірне перезволоження

перезволожені та заболочені			може бути як природним, так і наслідком порушення гідрорежиму через гірничо-хімічну діяльність (підтоплення).
-----------------------------	--	--	---

Високий відсоток кислих ґрунтів (36,2%) та значні площі еродованих земель є основними природно-техногенними чинниками ризику в регіоні, які вимагають пріоритетних заходів щодо захисту літосфери.

3.1.2. Потенційно небезпечні об'єкти області

Згідно з інформацією Державної служби з надзвичайних ситуацій (ДСНС), територія Львівщини містить значну кількість потенційно небезпечних об'єктів, здатних спричинити виникнення надзвичайних ситуацій (рис. 3.4).

З понад 950 ідентифікованих потенційно небезпечних об'єктів, 116 об'єктів класифіковані як такі, що мають найвищий ризик надзвичайних ситуацій. Серед них:

- 5 об'єктів (І група ризику) потребують негайного впровадження запобіжних заходів.
- 16 об'єктів (ІІ група ризику) вимагають проведення попереджувальних заходів у найближчому часі.

Значну небезпеку становлять промислові об'єкти та інфраструктура, серед яких:

- хімічна безпека: 25 промислових підприємств використовують у своїй діяльності сильнодіючі отруйні речовини;
- вибухопожежна безпека: 108 промислових підприємств віднесено до категорії вибухопожежонебезпечних;
- транспортна інфраструктура: через область проходять критично важливі комунікації, включаючи міжнародний нафтопровід «Дружба»,

магістральні продуктопроводи та високовольтні ЛЕП напругою 750 кВ, що підвищує ризики масштабних аварій [21].

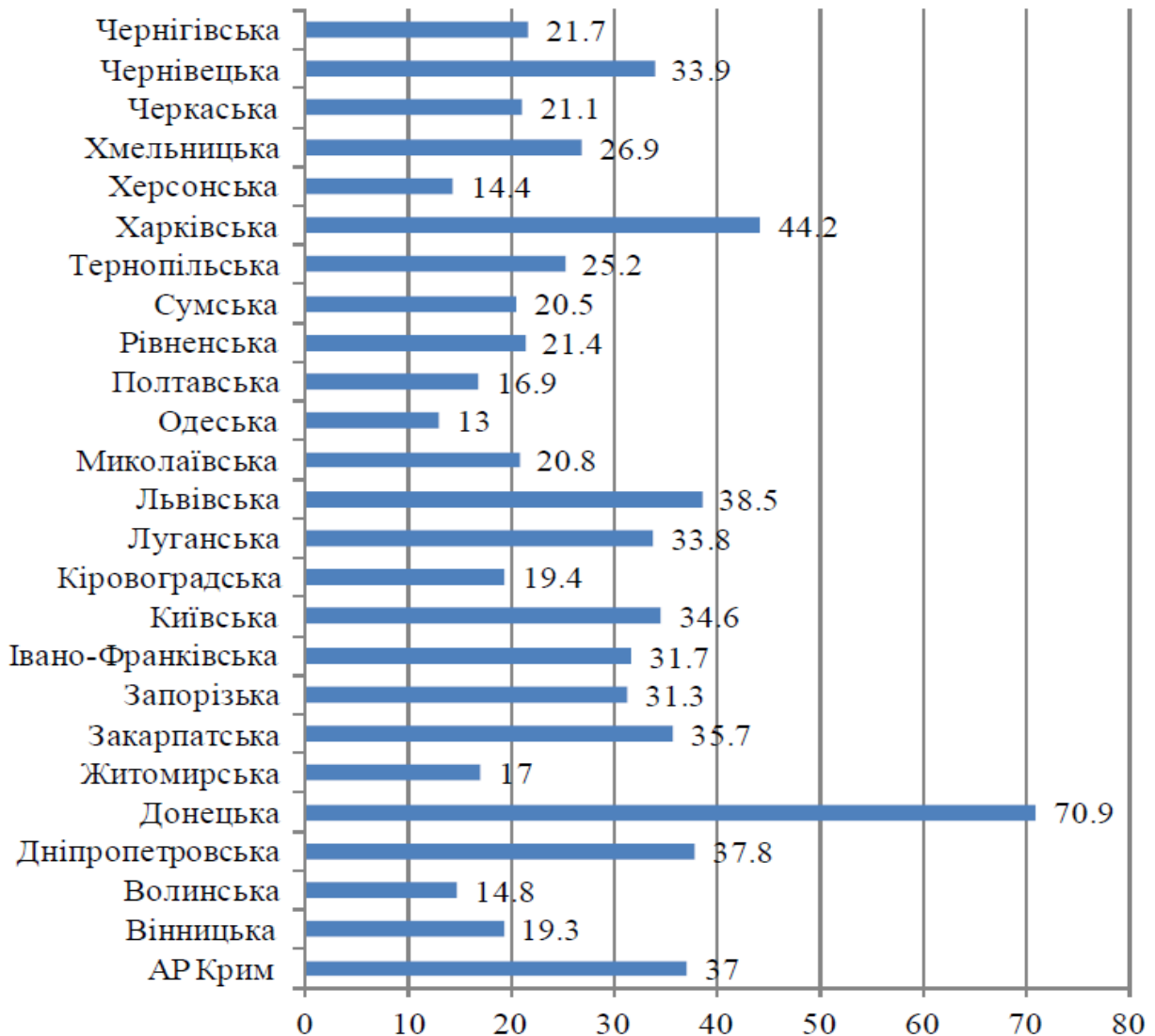


Рис. 3.4. Щільність потенційно небезпечних об'єктів в Україні, к-ть ПНО/тис. км² [17]

Найбільшими об'єктами екологічної небезпеки в області є підприємства вугільно-видобувної, збагачувальної та гірничо-хімічної галузей.

Крім того, стрімке накопичення та динаміка утворення техногенних відходів у державі викликають тривогу, оскільки цей процес безпосередньо призводить до погіршення фізичного та психічного здоров'я населення. Місця видалення відходів, зокрема полігони побутових відходів та несанкціоновані звалища, є одним із найгостріших індикаторів і безпосередніх джерел екологічної небезпеки на території Львівської області. Їхній стан і управління

ними відображають ефективність регіональної системи екологічної безпеки та ступінь техногенного навантаження.

Так у межах Львівської області накопичено понад 5 млн. тонн побутових відходів. Місця їх видалення розміщені нерівномірно по території області (табл. 3.6) сумарною площею 140 га. Хоча слід відмітити позитивну тенденцію щодо кількості відходів видалених на полігони: у 2022 році – 2664 тис. тонн, у 2023 році – 1847 тис. тонн, у 2024 році – 1687 тис. тонн.

Таблиця 3.6

Кількість місць видалення відходів за критерієм екологічної безпеки
[16]

№ з/п	Назва адміністративно-територіальної одиниці (область, район)	Місця видалення відходів категорії Г - надзвичайно небезпечні		Місця видалення відходів категорії В - небезпечні		Місця видалення відходів категорії Б - помірно небезпечні		Місця видалення відходів категорії А - малонебезпечні	
		діючі, од.	закриті, од.	діючі, од.	закриті, од.	діючі, од.	закриті, од.	діючі, од.	закриті, од.
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
1	Дрогобицький	1		7	5	1	Дрогобицький	1	
2	Золочівський			4		2	Золочівський		
3	Львівський	2	1	9	4	3	Львівський	2	1
4	Самбірський			3		4	Самбірський		
5	Стрийський			5	2	5	Стрийський		
6	Червоноградський	1	1	20	1	6	Червоноградський	1	1
7	Яворівський				1	7	Яворівський		
	Усього	4	2	48	13		Усього	4	2

Серйозну небезпеку для стану довкілля та здоров'я населення регіону створюють неутилізовані промислові відходи, особливо ті, що класифікуються як І–ІІ клас небезпеки (високотоксичні).

У місцях складування цих відходів часто порушуються вимоги екологічної безпеки. Це стосується низки критичних об'єктів Львівщини, де накопичені значні обсяги токсичних матеріалів:

- Роздільське ДГХП «Сірка» – заскладовано близько 4 мільйонів тонн фосфогіпсів;
- Стебницьке ДГХП «Полімінерал» – зберігання рідкої та твердої фракції розсолів;
- Шептицький район – накопичення породних відвалів шахт, хвостів збагачення;
- Львівський дослідний нафтомаслозавод – накопичення кислих гудронів;
- інші об'єкти: відходи гальванічного виробництва, а також нафтові шлами, що залишилися на Львівській залізниці та Дрогобицькому НПЗ «Галичина».

Неналежне зберігання цих небезпечних матеріалів становить довгостроковий ризик забруднення ґрунтів та підземних вод, що є критичним викликом для екологічної безпеки регіону.

3.2. Діагностика стану екологічної безпеки Львівської області на основі медико-екологічних даних

Оскільки будь-який антропогенний (і, зокрема, техногенний) вплив позначається не лише на стані регіональних екосистем, але й на здоров'ї місцевого населення, яке є основною мішенню для забруднювальних речовин, критично важливим стає вивчення кореляції між екологічним станом довкілля та медико-демографічною ситуацією. Численні наукові праці підтверджують існування прямої залежності між рівнем захворюваності населення та загальним антропогенним навантаженням і екологічними ризиками на певних територіях.

На сьогодні немає сумнівів у існуванні ризику для здоров'я населення, спричиненого забрудненням довкілля. Послідовність подій, що призводять до впливу забруднювальних речовин на організм, бере свій початок із моменту їх викиду у навколишнє середовище, зокрема, в атмосферне повітря [7].

Варто зауважити, що людина у стані спокою щоденно вдихає до 12000 літрів (або 12 м³) повітря [37]. На відміну від речовин, що потрапляють в організм через трофічні ланцюги (їжа, вода), які долають численні біологічні бар'єри (ротова порожнина, шлунок, печінка), дихальна система таких ефективних фільтрів майже не має. Верхні дихальні шляхи здатні затримувати лише великі частки пилу, решта забруднювачів безперешкодно проникає через легені безпосередньо в кров, звідки розноситься до всіх органів і систем організму.

Екологічний стан Львівської області чинить прямий вплив на показники здоров'я місцевого населення. Виявлено низку залежностей, які вказують на зростання:

- респіраторних патологій: збільшення випадків алергічних реакцій, астми та інших захворювань дихальних шляхів через якість атмосферного повітря;
- інфекційних захворювань: забруднення водних ресурсів є джерелом підвищеного ризику виникнення кишкових інфекцій серед мешканців;
- онкологічних ризиків: регулярний контакт із токсичними чинниками та промисловими відходами корелює з підвищеним ризиком розвитку онкозахворювань.

З табл. 3.7 бачимо, що у Львівській області, як і загалом в Україні, гострі респіраторні вірусні інфекції (ГРВІ) залишаються домінуючою групою інфекційних захворювань за кількістю реєстрацій, причому їхній показник помітно перевищує середній по країні (на 32%).

Таблиця 3.7

Прояви інфекційних хвороб на Львівщині [10]

Інфекції	Україна, на 100 тис. нас.	Львівська обл., на 100 тис. нас.
ГРВІ	12 749,45	16 825,24
Грип	32,41	14,19
Вітряна віспа	96,64	157,01
Скарлатина	25,48	32,97
ГКІ встановленої етіології	52,93	91,19
ГКІ невстановленої етіології	70,01	146,40
Інші (зоонозні) сальмонельзи	10,76	8,98
Ротавірусний ентерит	7,32	23,95
Хвороба Лайма	11,98	10,24
Лептоспіроз	1,06	1,14
Аскаридоз	40,56	133,75

Серед інших інфекцій дихальних шляхів у 2023 році в регіоні були зафіксовані значно вищі рівні: вітряної віспи – показник вищий у 1,8 рази; скарлатини – показник вищий у 1,3 рази. Водночас, захворюваність на грип була відчутно нижчою за загальноукраїнський рівень. Ситуація із захворюваністю на кишкові інфекції в області є менш сприятливою порівняно з країною: гострі кишкові інфекції (ГКІ) встановленої та невстановленої етіології фіксуються у 2 рази частіше. Ротавірусна інфекція демонструє особливо високий рівень, перевищуючи загальноукраїнський показник більш ніж у 3 рази.

Рівень зоонозних сальмонельозів є дещо нижчим за середній по Україні. Показники хвороби Лайма та лептоспірозу майже не відрізняються від загальнодержавних. Захворюваність на аскаридоз у регіоні є втричі вищою, ніж в середньому по Україні.

Згадані захворювання можна умовно поділити на групи за ймовірністю зв'язку з екологічною ситуацією:

- хвороби з прямим екологічним зв'язком (висока ймовірність) – ці захворювання найімовірніше корелюють із забрудненням води, ґрунту або повітря;
- хвороби з опосередкованим або непрямим зв'язком (табл. 3.8).

У 2023 році у Львівській області було зареєстровано 678 випадки вірусних гепатитів, серед них гепатити А та Е мають прямий зв'язок із якістю навколишнього середовища. Спалахи гепатиту А та Е майже завжди є наслідком фекального забруднення джерел питної води або незадовільного санітарного стану, що є прямим індикатором екологічних та санітарно-гігієнічних проблем регіону.

Таблиця 3.8

Зв'язок між станом навколишнього середовища та проявом хворіб

Захворювання	Тип забруднення та зв'язок
хвороби з прямим екологічним зв'язком (висока ймовірність)	
Гострі кишкові інфекції (ГКІ), Ротавірусна інфекція, Зоонозні сальмонельози	Забруднення води та ґрунту. Високі показники ГКІ (включаючи ротавірус) часто є індикатором проблем із якістю питної води, станом каналізаційних мереж та загальною санітарно-гігієнічною ситуацією, на яку впливає забруднення.
Аскаридоз	Забруднення ґрунту. Це паразитарне захворювання поширюється через заражений яйцями гельмінтів ґрунт (фекальне забруднення). Високі показники можуть свідчити про незадовільний санітарний стан територій та гігієну, пов'язану із забрудненням ґрунтів.
Лептоспіроз	Забруднення води та ґрунту. Поширюється через воду та ґрунт, забруднений виділеннями хворих тварин (гризунів). Повені та забруднення відкритих водойм можуть сприяти поширенню.
хвороби з опосередкованим або непрямим зв'язком	
ГРВІ (Гострі респіраторні	Це вірусні хвороби, що передаються повітряно-

вірусні інфекції)	крапельним шляхом. Прямого зв'язку немає, але забруднення атмосферного повітря (пил, токсичні речовини) може знижувати імунітет та ускладнювати перебіг ГРВІ та підвищувати сприйнятливість дихальних шляхів до інфекцій.
Вітряна віспа, Скарлатина	Це інфекційні хвороби, що передаються повітряно-крапельним шляхом і не мають прямого зв'язку із забрудненням. Їхні високі показники вказують на інтенсивність епідемічного процесу в дитячих колективах.
Хвороба Лайма	Екологічний зв'язок є, але не через забруднення. Це трансмісивна хвороба, що передається кліщами. Зростання її показників більше пов'язане зі змінами в екосистемі (ростом популяцій переносників і господарів), а також зі збільшенням контактів людей із дикою природою.

Руйнування каналізаційних систем або затоплення територій під час повеней (як ризиків у Львівській області) може різко підвищити ризик спалахів цих інфекцій. В структурі прояву вірусних гепатитів у Львівській області переважну більшість становить хронічний вірусний гепатит – 76,5 %, гострий гепатит А складає 3,5% випадків.

Онкологічні захворювання мають високу кореляцію з факторами навколишнього середовища, які можуть діяти як канцерогени.

Згідно з дослідженнями Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), значна частина випадків раку (за деякими оцінками, до 7–19% у розвинених країнах) безпосередньо пов'язана із впливом довкілля. Тривалий вплив хімічних речовин є однією з головних причин. Зокрема діоксинів, поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ) та бензолу, які є продуктами промислових підприємств і спалювання відходів (що актуально для Львівської області), важких металів (миш'як, свинець, кадмій), які потрапляють у ґрунт і воду через промислові стоки та шахтні води (актуально для гірничо-хімічних районів Львівщини).

Дрібнодисперсний пил ($PM_{2.5}$) також є причиною онкології. ВООЗ визнала забруднення атмосферного повітря канцерогеном першої групи (спричиняє рак легень).

Природний радіоактивний газ радон, що накопичується у приміщеннях вважається другою найпоширенішою причиною раку легень після куріння.

Наявність нітратів, пестицидів та інших сільськогосподарських хімікатів у воді та продуктах харчування теж є причинами онкології.

Станом на 2023 рік Львівська область мала значне онкологічне навантаження: на обліку перебувало майже 80 тисяч пацієнтів зі злоякісними новоутвореннями, що складає 6,65% від загальної кількості онкохворих в Україні. За звітний період було вперше діагностовано 4188 випадків злоякісних новоутворень (рис. 3.5).

Гендерний розподіл нових діагнозів є майже рівним: 51,15% припадає на жінок, і 48,85% – на чоловіків. Однак, у статистиці смертності спостерігається суттєва диспропорція.

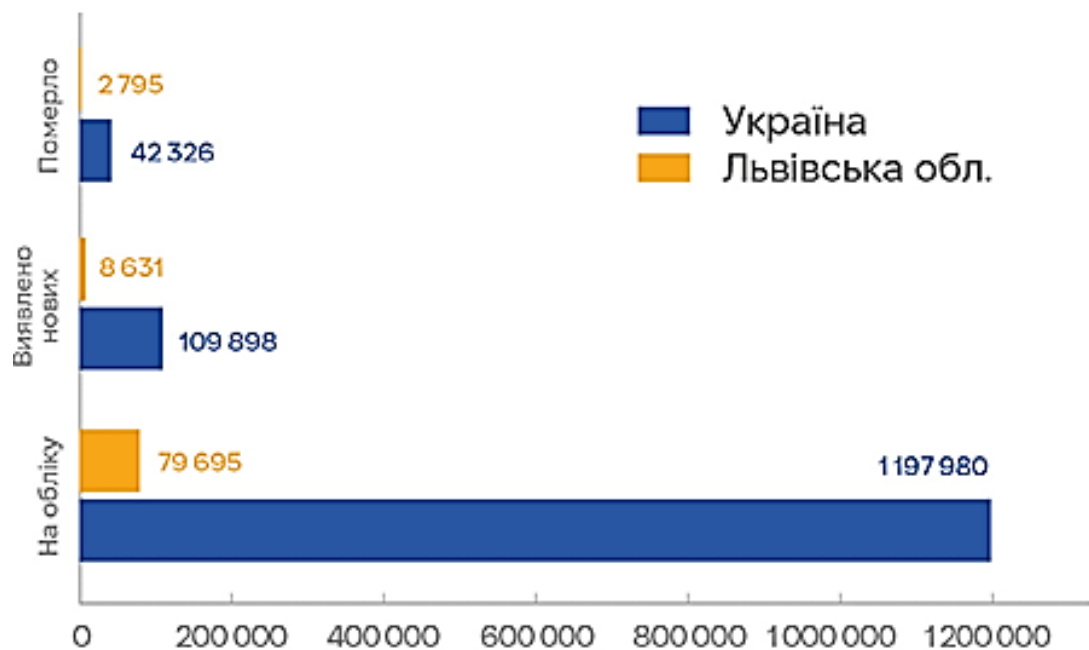


Рис. 3.5. Показники онкозахворювань у Львівській області

Серед показників репродуктивного здоров'я теж деякі показники мають прямий чи опосередкований зв'язок зі станом навколишнього середовища (табл. 3.9):

Таблиця 3.9

Аналіз зв'язку жіночого здоров'я та екологічного стану території

Показник	Зв'язок із екологічною ситуацією	Пояснення
Народилось дітей живими	Опосередкований	Кількість народжень – це демографічний показник. Екологічне забруднення (особливо важкими металами) може викликати репродуктивні проблеми, але не впливає безпосередньо на загальну кількість пологів.
Померло дітей у віці до 1 року (Дитяча смертність)	Прямий та опосередкований	Високий зв'язок. На дитячу смертність впливає якість питної води (кишкові інфекції, ротавіруси) та якість повітря (респіраторні захворювання, які обтяжуються забрудненням).
Рак жіночої молочної залози	Прямий	Сильний зв'язок. Вважається екологозалежним. Тривалий вплив ксеноестрогенів (хімічних сполук, що імітують гормони) з пластику, пестицидів та промислових викидів може бути канцерогенним чинником.
Рак жіночих статевих органів (всі локалізації)	Прямий	Сильний зв'язок. Як і рак молочної залози, пов'язаний із гормонально-залежними чинниками та впливом канцерогенів з навколишнього середовища (забруднена вода, ґрунт).
В тому числі рак шийки матки	Опосередкований	Головна причина – вірус папіломи людини (ВПЛ). Екологічне забруднення може виступати як кофактор, що пригнічує імунну систему і сприяє хронізації ВПЛ-інфекції, але не є першопричиною.

Ситуація з малюковою смертністю у Львівській області є несприятливою порівняно із середнім показником по країні (табл. 3.10). В області зареєстровано 133 випадки смерті дітей до одного року, що становить 9,89% від усіх 1345 випадків, зафіксованих в Україні. На 1000 народжених живими припадає 8,17 смертей, тоді як загальноукраїнський показник є нижчим і становить 7,49 на 1000 народжених. Це може вказувати на проблеми як у системі перинатальної допомоги, так і на вплив несприятливих екологічних чинників (якість води та повітря).

Онкологічне навантаження, особливо у сфері жіночої репродуктивної системи, також є значним, що може мати кореляцію з екологозалежними факторами.

Зареєстровано 967 нових випадків раку молочної залози (7,69% від усіх випадків в Україні). Загальна кількість усіх локалізацій раку жіночих статевих органів склала 977 випадків (7,94% від загальноукраїнської статистики). Виявлено 211 випадків раку шийки матки (7,12% від загальноукраїнського рівня).

Таблиця 3.10

Показники репродуктивного здоров'я [10]

Показник	Україна	Львівська обл.	%
Пологів всього	178 468	16 109	9,03
Материнська смертність	33	8	24,24
Абортів всього	42 683	2 444	5,73
Народилось дітей живими в лікарняних закладах	179 611	16 275	9,06
Померло дітей у віці до 1 року	1345	133	9,89
Захворіло на рак жіночої молочної залози	12 568	967	7,69
Захворіло на рак жіночих статевих органів (всі локалізації)	12 311	977	7,94
В тому числі захворіло на рак шийки матки	2 964	211	7,12

Висока частка онкологічних захворювань, особливо гормонозалежних (раку молочної залози та раку статевих органів), у Львівській області перевищує очікувану (якщо виходити з частки населення), що підсилює аргумент про вплив антропогенного навантаження та канцерогенних факторів на здоров'я мешканців регіону.

Найбільш уразливими категоріями є діти, люди літнього віку, а також особи, що проживають у зонах із високим промисловим навантаженням. Хоча офіційні медичні звіти не завжди однозначно фіксують безпосередній причинно-наслідковий зв'язок, загальні тенденції між погіршенням довкілля та зростанням захворюваності є цілком очевидними.

3.3. Кількісний аналіз та інтегральна оцінка рівня екологічної безпеки регіону

Для розрахунку інтегрального показника екологічної безпеки Львівської області обрали показники, що найповніше відображають відносну частку або інтенсивність явища за окремими групами показників.

Проаналізувавши отримані дані таблиці 3.11 можемо дійти висновків:

- низьке нормоване значення індивідуального ризику загибелі населення впродовж року вказує на відносно низький рівень прямої загрози життю від екстремальних подій;
- низьке значення ризику матеріальних збитків свідчить про відносно низьку економічну вразливість до руйнівних надзвичайних ситуацій або про ефективне планування протидії;
- показник смертності населення за рік на 100 000 осіб відображає загальний рівень здоров'я населення (як інтегрального наслідку екологічного та соціального стану). Це найвищий нормований показник у наборі, що вказує на те, що соціально-екологічні наслідки та стан здоров'я є найбільшою вразливістю регіону порівняно з іншими оцінюваними ризиками [33];

- високе значення показника обсягу викидів в атмосферне повітря в розрахунку на душу населення за рік (поступається лише смертності) свідчить про значний внесок промислових та транспортних джерел у забруднення повітря, що є прямим джерелом ризику для здоров'я населення (як підтверджує показник смертності);
- інтенсивність утворення відходів на душу населення в Львівській області має найменший ваговий вплив на загальний інтегральний показник екологічної безпеки. Низький нормований тиск не означає, що абсолютна проблема відходів (наприклад, наявність несанкціонованих звалищ або застарілість полігонів) вирішена. Це лише вказує на те, що за критерієм кількості на душу населення, цей фактор є менш критичним, ніж інші чинники (наприклад, якість повітря чи стан здоров'я населення);
- високе значення показника відтворення лісів на душу населення за рік свідчить про пріоритетність лісовідновлення та позитивно впливає на загальну екологічну стійкість регіону.

Таблиця 3.11

Інтегральні показники екологічної безпеки Львівської області

Показник	Значення
<i>показники ризиків та наслідків</i>	
нормовані значення індивідуального ризику загибелі населення впродовж року від надзвичайних ситуацій	0,049
ризик матеріальних збитків за рік від надзвичайних ситуацій	0,029
смертність населення за рік на 100 000 осіб	0,325
<i>показники екологічного навантаження</i>	
обсяг викидів в атмосферне повітря в розрахунку на душу населення за рік	0,295
обсяг утворення відходів на душу населення за рік	0,017
<i>показник екологічної стійкості</i>	
показник відтворення лісів на душу населення за рік	0,257

<i>Інтегральний показник екологічної безпеки Львівської області</i>	<i>0,168</i>
---	--------------

Інтегральний показник екологічної безпеки Львівської області – це комплексний, узагальнюючий індикатор, який кількісно вимірює загальний рівень екологічного ризику та безпеки території. Він є фінальним результатом застосування багатofакторної методології оцінки.

Інтегральний показник являє собою зважену суму кількох нормованих часткових показників, кожен з яких відображає певний аспект екологічної ситуації в регіоні:

Інтегральний показник екологічної безпеки Львівської області становить 0,168. Середньоукраїнський загальний комплексний показник небезпеки дорівнює 0,258. Оскільки показник Львівської області значно менший за нього, то регіон умовно відносять до класу відносної небезпеки (значення менше 0,2). Таким чином, незважаючи на окремі високі нормовані стресори (наприклад, показники смертності – 0,325 та викидів – 0,295), інтегральна оцінка вказує на те, що за сукупністю зважених факторів загальний рівень ризику в області є нижчим, ніж у середньому по країні.

3.4. Механізми забезпечення екологічної безпеки в умовах регіонального управління

Ефективне управління екологічною безпекою у Львівській області вимагає комплексного переходу від реактивного реагування до превентивного стратегічного планування, базуючись на принципах, засвоєних із міжнародного досвіду. За результатами інтегральної оцінки, незважаючи на відносно низький загальний показник небезпеки (0,168), регіон демонструє високу вразливість за ключовими факторами: смертність населення (0,325) та інтенсивність викидів в

атмосферу (0,295). Це вказує на критичну потребу у вдосконаленні механізмів управління хронічними екологічними стресорами.

Цифрові інформаційно-аналітичні системи, які розробляються на основі місцевої екологічної статистики та даних, мають ключове значення для підвищення ефективності управлінських рішень у сфері охорони навколишнього середовища, зокрема на території Львівської області. Використання таких регіональних даних забезпечує стратегічну діагностику екологічної ситуації, гарантує прозорий та оперативний моніторинг якості атмосферного повітря, стану водних ресурсів та поводження з відходами. Це, своєю чергою, дозволяє вживати своєчасних попереджувальних заходів для зниження екологічних ризиків та посилення екологічної безпеки на місцевому рівні.

Для забезпечення цілісності системи та подолання методологічної фрагментації необхідно розробити та запровадити єдиний уніфікований інтегральний показник екологічної безпеки для всіх територіальних громад Львівської області.

На основі місцевих екологічних даних вже створено низку цифрових рішень, які можуть бути ефективно застосовані для управління ризиками на Львівщині та стати основою для нового управлінського підходу [38].

Популярний чат-бот SaveEcoBot [48] реагує та аналізує інформацію про стан повітря, водокористування та поводження з небезпечними відходами. Інтеграція офіційних даних із результатами локальних вимірювань дозволяє територіальним громадам ефективно контролювати джерела забруднення, оперативно виявляти порушення екологічних норм і реагувати на них у реальному часі. Практика, доводить, що такі системи сприяють зменшенню екологічних ризиків через модернізацію промислових об'єктів і суттєве скорочення викидів.

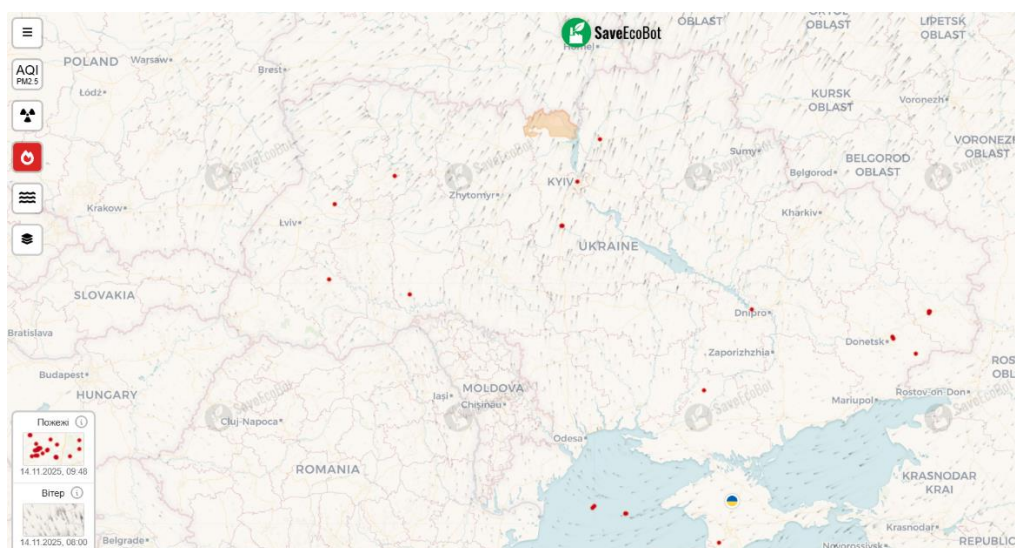
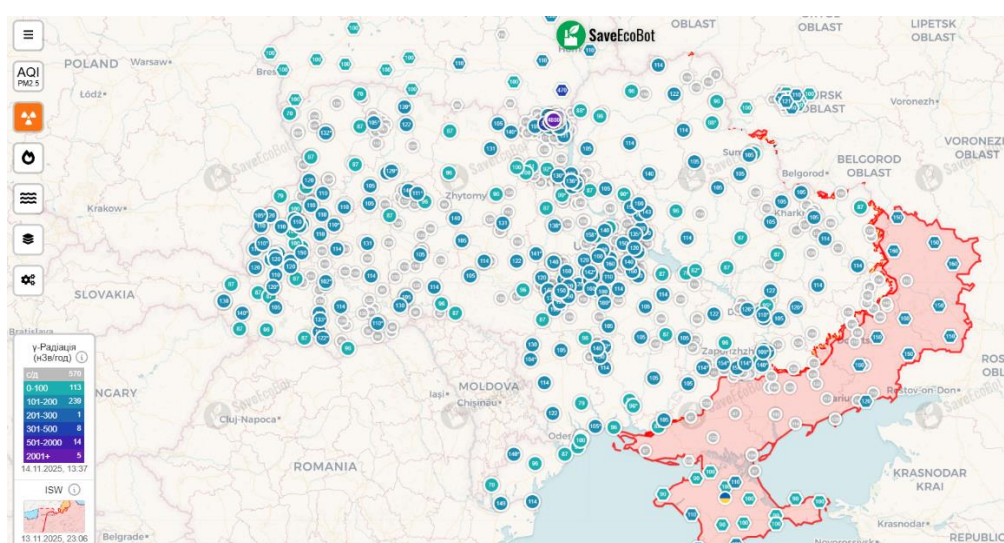
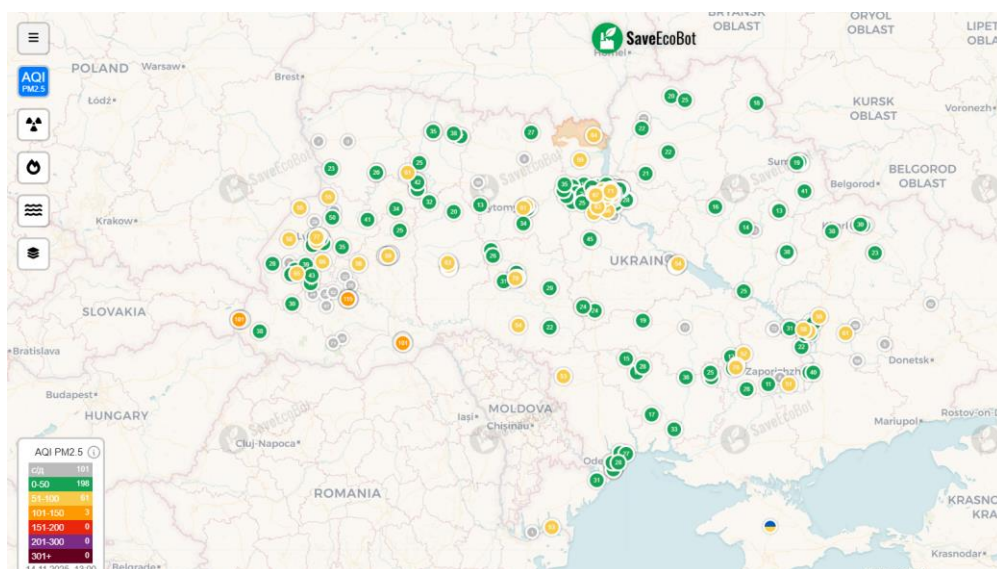


Рис. 3.6. Карты чат-бота SaveEcoBot щодо якості повітря, радіаційного фону та пожеж та напрямку вітру

Цифрова платформа «Відкрите довкілля»: Ця платформа, інтегруючи інформацію щодо використання водних ресурсів, надає можливість громадам Львівщини здійснювати якісний контроль за станом поверхневих водних об'єктів. Завдяки прозорості та доступності місцевої статистики, органи самоврядування та громадськість отримують інструмент для оперативного виявлення та усунення порушень у сфері охорони водних ресурсів, що є критичним для регіону з його розвиненою гідромережею [9].

Таким чином, цифрові рішення, що базуються на місцевих даних, є необхідним елементом сучасної системи управління екологічною безпекою, дозволяючи перейти від реактивного до превентивного управління ризиками у Львівській області.

Ефективне функціонування таких цифрових рішень є критичним для розбудови багаторівневої системи оцінювання ризиків у Львівській області. Регіональна влада має забезпечити координацію та обмін даними між місцевими цифровими платформами, промисловими об'єктами та регіональними ситуаційними центрами. Це дозволить створити регіональний профіль ризиків, який, з одного боку, враховує локальну специфіку, а з іншого – слугує достовірним джерелом інформації для Національної системи оцінювання ризиків.

На додаток до технологічних заходів, стратегічне управління екологічною безпекою Львівщини має базуватися на концепції екосистемних послуг. Це вимагає впровадження економічної оцінки вартості деградованих екосистемних послуг (наприклад, функцій самоочищення вод чи ґрунтів) та подальшої інтеграції цієї вартості у механізми компенсації та фінансування природоохоронних заходів. Ключовим завданням є наукове обґрунтування та калькуляція вартості цих послуг для різних територіальних одиниць області, що дозволить об'єктивно оцінити економічну ефективність будь-яких рішень щодо зниження екологічних ризиків.

Для забезпечення ефективного превентивного управління необхідно:

- моделювання сценаріїв. Цифрові платформи, наприклад SaveEcoBot, ЕкоСистема та інші, повинні слугувати основою для збору даних, які потім будуть використані для моделювання кризових сценаріїв (що відповідає переходу до сценарного підходу в Національній системі оцінювання ризиків). Сценарний аналіз дозволить оцінити каскадні ефекти від промислових аварій або кліматичних змін на здоров'я населення та екосистеми;

- створити ефективний механізм координації між органами місцевого самоврядування, регіональними ситуаційними центрами та суб'єктами господарювання для інтегральної оцінки спроможностей (ресурсів, техніки, персоналу) щодо запобігання, реагування та відновлення після екологічних катастроф.

Лише такий інтегрований підхід забезпечить стійке зниження екологічних ризиків та підвищення загальної екологічної стійкості регіону.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Кваліфікаційна робота, присвячена оцінці ризиків та підвищенню екологічної безпеки територій Львівської області, безпосередньо пов'язана з питаннями охорони праці. Екологічні ризики (забруднення ґрунтів, води, повітря, вплив промислових об'єктів) часто є джерелами професійних ризиків та впливають на умови праці населення регіону. Комплексне забезпечення безпеки життєдіяльності та екологічної безпеки передбачає мінімізацію негативного впливу навколишнього середовища на здоров'я працівників і населення.

Правове регулювання питань охорони праці та екологічної безпеки в Україні базується на низці кодексів, законів та нормативно-правових актів. Основні з них:

- Конституція України;
- Кодекс законів про працю України;
- Закон України «Про охорону праці»;
- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»;
- Кодекс цивільного захисту України;
- Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»;
- Закон України «Про оцінку впливу на довкілля»;
- НПАОП (Нормативно-правові акти з охорони праці), що регламентують безпеку конкретних видів робіт;
- ДСТУ ISO 45001:2019 (Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці – для підприємств).
- Основні фактори небезпеки та ризики.

Львівська область характеризується значним техногенним навантаженням та наявністю потенційних джерел небезпеки, що створюють ризики як для

навколишнього середовища, так і для працівників та населення. До ключових ризиків, які необхідно врахувати, належать:

Ризики від об'єктів підвищеної небезпеки. Наявність промислових підприємств (хімічних, нафтопереробних, гірничодобувних, наприклад, у гірничохімічній промисловості Стебника, Нового Роздолу та Яворова), що можуть спричинити техногенні аварії (викиди шкідливих речовин, вибухи), які несуть пряму загрозу життю та здоров'ю працівників та мешканців.

Екологічні/Професійні ризики:

- забруднення повітря: викиди від транспорту та промислових об'єктів (ТЕС, котельні) призводять до підвищення професійних захворювань органів дихання;
- забруднення води та ґрунтів: наслідки несанкціонованих сміттєзвалищ (наприклад, Грибовицьке сміттєзвалище та його вплив на довкілля) та промислових стоків, що підвищує ризики інфекційних та неінфекційних захворювань;
- радіаційні ризики: Хоча і низькі, але потребують контролю в контексті використання джерел іонізуючого випромінювання на підприємствах [25].

Виробничий травматизм. Згідно з наявною статистикою [13] Львівська область, на жаль, належить до регіонів з високим рівнем професійних захворювань (наприклад, понад 20% від загальної кількості в Україні за певні періоди), що свідчить про недостатній контроль за шкідливими виробничими факторами.

Для обґрунтування заходів з охорони праці необхідно застосувати методи оцінки ризиків. Наприклад, для підприємств, що працюють на забруднених територіях або є джерелами забруднення, може бути використана кількісна або якісна методика оцінки ризиків, що включає:

- ідентифікація небезпек: визначення всіх потенційних джерел шкоди (хімічні речовини, шум, вібрація, біологічні агенти, небезпечні технологічні процеси);

- оцінка ймовірності та тяжкості наслідків: визначення частоти виникнення небезпечної події та розміру можливої шкоди (наприклад, професійне захворювання, травма, аварія);
- визначення рівня ризику (ризик = ймовірність × тяжкість): Класифікація ризиків за рівнями (неприйнятний, високий, середній, низький);
- розробка заходів управління ризиком: усунення, зниження, контроль або прийняття ризику.

Наприклад, оцінка ризиків для працівників, задіяних у рекультивації забруднених територій (наприклад, полігонів ТПВ), повинна включати ризики хімічного, біологічного забруднення, фізичні ризики (обвали, робота з технікою) та розробку відповідних заходів захисту (заходи індивідуального захисту, контроль повітряного середовища).

Для мінімізації професійних та екологічних ризиків слід:

- удосконалювати технологічні процеси: впровадження мало- та безвідходних технологій, автоматизація та герметизація шкідливих виробництв (зменшення викидів та контактів працівників зі шкідливими речовинами);
- організовувати санітарно-побутове забезпечення: створення ефективної системи вентиляції та очищення повітря робочих зон, забезпечення працівників спеціальним одягом та засобами індивідуального захисту, адекватними ідентифікованим ризикам (наприклад, протигази, респіратори, хімзахисні костюми при роботі з хімічно забрудненими об'єктами).
- впроваджувати систему управління охороною праці (СУОП): Впровадження або вдосконалення СУОП на підприємствах регіону відповідно до ДСТУ ISO 45001:2019 для постійного контролю та поліпшення стану охорони праці [14].
- посилити державний контроль та моніторинг за станом атмосферного повітря, ґрунтів та водних об'єктів в зонах впливу промислових підприємств;
- розробляти та реалізовувати плани локалізації та ліквідації аварійних ситуацій для об'єктів підвищеної небезпеки Львівської області, а

також планів реагування на надзвичайні ситуації, пов'язані з екологічними катастрофами;

- проводити навчання та інструктажів з питань екологічної та техногенної безпеки не лише для працівників, а й для населення, що проживає в зонах потенційної небезпеки.

З огляду на високий рівень професійної захворюваності у Львівській області, особлива увага має бути приділена: проведенню обов'язкових попередніх та періодичних медичних оглядів працівників, зайнятих на роботах зі шкідливими та небезпечними умовами праці; спеціальному харчуванню та профілактичним заходам для працівників, які контактують з хімічними чинниками.

РОЗДІЛ 5

ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Сфера цивільного захисту є нерозривно пов'язаною з проблематикою екологічної безпеки, особливо в регіонах зі значним техногенним навантаженням, як-от Львівська область. Екологічні ризики (забруднення компонентів довкілля, деградація ландшафтів, промислові аварії) часто є пусковими механізмами або ускладнюючими факторами для надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

Цивільний захист у цьому контексті розглядається не лише як система реагування на наслідки надзвичайних ситуацій, а і як комплекс превентивних заходів, спрямованих на запобігання, зниження та ліквідацію негативного впливу екологічних загроз на населення та території.

Правове регулювання цивільного захисту та його взаємодія з екологічною безпекою базується на таких нормативно-законодавчих актах:

Кодекс цивільного захисту України – визначає основні принципи, завдання та функціональну структуру єдиної державної системи цивільного захисту;

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» – встановлює вимоги до екологічної безпеки та відповідальність за її порушення;

Постанова КМУ № 11 «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту» – регламентує організацію функціонування ЄДС ЦЗ на державному та регіональному рівнях (у межах областей);

Львівська область має специфічний профіль загроз, що вимагає особливого підходу до планування цивільного захисту. Ризики поділяються на природні та техногенні.

Регіон характеризується значною концентрацією об'єктів підвищеної небезпеки, які становлять потенційну загрозу хімічного, вибухонебезпечного та гідродинамічного характеру.

Гірничо-хімічний комплекс: об'єкти у Стебнику, Новому Роздолі, Яворові (солевидобуток, переробка сірки) несуть ризик руйнування гідротехнічних споруд, утворення карстових провалів та хімічного забруднення ґрунтів і водних об'єктів (наприклад, річки Дністер).

Промислові підприємства: наявність значної кількості підприємств, що використовують у виробництві аміак, хлор та інші сильнодіючі отруйні речовини. Аварії на цих об'єктах можуть призвести до значного хімічного забруднення повітря і формування зон хімічного зараження, що потребує негайного оповіщення та евакуації.

Полігони побутових відходів та сміттєзвалища: неконтрольоване накопичення відходів створює ризик пожеж, зсувів тіла полігону та хімічного забруднення фільтратом, що є джерелом підвищеної біологічної та хімічної небезпеки для прилеглих територій.

До природних ризиків, поширених на території Львівщини відносяться:

- гідрологічні ризики: західна частина області (басейни річок Дністер, Стрий) схильна до паводків та повеней, спричинених інтенсивними опадами у Карпатах. Це вимагає розробки планів евакуації та захисту об'єктів інфраструктури від підтоплення;

- метеорологічні та геологічні ризики: зсуви ґрунту в гірських районах та небезпечні метеорологічні явища (шквальні вітри, сильні снігопади).

Оцінка ризиків у сфері цивільного захисту Львівської області проводиться згідно з Кодексом цивільного захисту України та Методикою оцінювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж [29]. Вона включає:

- ідентифікація та паспортизація об'єктів підвищеної небезпеки: складання реєстру всіх потенційно небезпечних об'єктів регіону, визначення їхнього класу небезпеки;

- прогнозування масштабу надзвичайної ситуації: розрахунок потенційних зон ураження (хімічного, радіаційного, затоплення) у разі аварії на об'єкті підвищеної небезпеки або стихійного лиха. Наприклад, для хімічно

небезпечних об'єктів розраховується глибина поширення хмари сильнодіючих отруйних речовин та зона можливого хімічного зараження;

- оцінка соціально-економічних наслідків: розрахунок потенційних втрат серед населення, збитків для інфраструктури та економіки області;
 - визначення рівня ризику: класифікація загроз за ймовірністю виникнення та масштабом наслідків для пріоритезації превентивних заходів
- (5.1):

$$R=P \times L \quad (5.1)$$

де R – рівень ризику, P – ймовірність виникнення НС, L – розмір потенційних втрат (шкоди).

Головна мета цивільного захисту – зниження ймовірності та пом'якшення наслідків надзвичайних ситуацій. Для цього першочерговими заходами є:

- регулярний моніторинг: оптимізація та підтримка регіональної системи моніторингу за станом потенційно небезпечних об'єктів (наприклад, гідротехнічних споруд, об'єктів зберігання небезпечних речовин) та екологічним станом навколишнього середовища;
- планування та готовність: регулярна розробка та коригування Планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій для кожного ОПН, а також Планів реагування на НС для територіальних громад Львівської області.
- інженерний захист: підтримання у готовності та будівництво нових захисних споруд (сховищ, протирадіаційних укриттів), що можуть бути використані при хімічних та радіаційних загрозах;
- впровадження систем раннього виявлення загрози та оповіщення на об'єктах підвищеної небезпеки та прилеглих до них територіях.

Управління цивільним захистом здійснюється Єдиною державною системою цивільного захисту, яка на обласному рівні представлена територіальною підсистемою Львівської області [12].

Голова обласної військової адміністрації (ОВА) є керівником цивільного захисту області. Органом управління є Департамент з питань цивільного захисту ЛОВА.

Система працює у режимах повсякденного функціонування, підвищеної готовності, надзвичайної ситуації та надзвичайного стану.

Цивільний захист є останнім бар'єром у забезпеченні екологічної безпеки Львівської області. Наявність значної кількості об'єктів підвищеної небезпеки та природних загроз вимагає переходу від реактивного до проактивного управління ризиками. Комплексна оцінка ризиків повинна бути інтегрована у регіональні програми економічного та екологічного розвитку.

На даний час єдина державна система цивільного захисту потребує

- посилення моніторингу – забезпечити постійний автоматизований моніторинг стану найбільш критичних інженерних споруд (хвостосховища, дамби) та хімічно небезпечних об'єктів із негайним оповіщенням у разі перевищення гранично допустимих показників;

- актуалізації планів – щорічно переглядати та коригувати плани локалізації та ліквідації аварійних ситуацій та плани реагування на основі актуалізованих даних про техногенне навантаження та кліматичні зміни в регіоні;

інформаційної кампанії – проводити широку інформаційно-роз'яснювальну роботу та навчання населення щодо правил поведінки в умовах можливої хімічної чи гідрологічної НС, особливо у прилеглих до ОПН та потенційно затоплюваних зонах;

- інтеграції даних – створити єдину геоінформаційну систему (ГІС) оцінки екологічних ризиків та планування цивільного захисту, доступну для всіх рівнів управління єдиною державною системою цивільного захисту Львівської області.

ВИСНОВКИ

1. Складна техногенно-екологічна ситуація у Львівській області є прямим наслідком поєднання кількох чинників: специфічних фізико-географічних умов, значної концентрації промислових підприємств (зокрема, з підвищеним рівнем небезпеки), розвиненої мережі транспортних та інженерно-технічних комунікацій, а також поточного стану виробничої та житлово-комунальної інфраструктури. Ця комбінація факторів створює передумови для потенційного виникнення широкого спектра аварій та катастроф, які можуть призвести до руйнування систем життєзабезпечення населення. Усвідомлення критичної важливості цих ризиків вимагає негайної розробки комплексних стратегій, спрямованих на вдосконалення системи управління екологічною безпекою.

2. Ризик забруднення повітря знизився за 2023–2024 роки, проте це зниження, ймовірно, є тимчасовим і нестійким, що не є результатом структурних покращень екологічної безпеки. Слід контролювати Діоксид сірки як основний компонент ризику.

3. Ризик забруднення води є системним і критично високим. Обсяг забруднених скидів 112 млн. м³ (2024 р.) створює постійну кризову ситуацію для водних об'єктів, прямо впливаючи на медико-демографічні показники (інфекції).

4. Значні площі порушених та деградованих земель створюють постійне техногенне навантаження. Нульові показники рекультивації та консервації є найбільшим індикатором низької екологічної безпеки земель. Це означає, що заходи зі зниження існуючих ризиків не здійснюються, а екологічна небезпека залишається акумульованою в ландшафті.

5. Високий інтегральний показник смертності населення та надмірне поширення екологозалежних захворювань свідчить про те, що головна загроза екологічній безпеці Львівщини полягає не стільки в ризику екстремальних техногенних катастроф, скільки у хронічному антропогенному тиску на

здоров'я мешканців. Це вимагає зміщення акценту управлінських рішень з реагування на аварії на превентивні заходи щодо зниження фонового забруднення води та повітря.

6. Низький інтегральний показник безпеки регіону порівняно із середньоукраїнським є обнадійливим, але не відображає локальної небезпеки. Значні регіональні відмінності в антропогенному навантаженні (потенційно небезпечні об'єкти, гірничо-хімічна галузь) вимагають визначення регіонального профілю ризиків та впровадження уніфікованої інформаційно-аналітичної системи, адаптованої до специфіки Львівщини.

ПРОПОЗИЦІЇ

Нижченаведені пропозиції спрямовані на посилення екологічної безпеки:

- реалізувати цільову програму зниження викидів в атмосферне повітря, зокрема $PM_{2,5}$ та SO_2 як домінуючих забруднювачів та чинників екологічного ризику;
- інвестувати у модернізацію інфраструктури очищення стічних вод, щоб різко зменшити їх кількість, проведення рекультивації та консервації порушених, деградованих та техногенно забруднених земель;
- фінансувати цільові інвестиційні проєкти для екологічної відновлення найбільших джерел довгострокового техногенного забруднення;
- впровадити уніфіковану цифрову інформаційно-аналітичну систему, яка інтегрує дані екологічного моніторингу та медико-екологічну статистику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2018 рік. URL: <https://nkrzu.gov.ua/res/bib>
2. Белоконь К. В., Тарабан Є. В., Вагін А. В. Основи екологічної безпеки : навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітньо-професійних програм «Технології захисту навколишнього середовища», «Інженерна екологія та технології вторинної переробки». Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2025. 132 с.
3. Варламов Є.М., Толстих Я.О. Аналіз формування та використання еколого-економічних показників та індикаторів для оцінки сталого розвитку регіону. *Системи обробки інформації*. 2011. Вип. 3(93). С. 165–168.
4. Василюшина Л. М. Підвищення рівня екологічної безпеки територій в умовах реформи децентралізації. *Проблеми екології*. 2021. №1. С. 23–31.
5. Васютинська К. А., Барбашев С. В. Застосування індикаторних оцінок урбогенного навантаження регіонів в національній системі екологічної безпеки. Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей XIX Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 14-15 вересня 2023 р.) / УКРНДІЕП., 2023. С. 79-84.
6. Войціцький В.М., Хижняк С.В., Данчук В.В., Мідик С.В., Гришук І.А., Ушкалов В.О. Екологічні ризики: природа і критерії. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. К.: ДЕА, 2020. № 4(31). С. 131-135.
7. ВООЗ: як забруднене повітря впливає на здоров'я населення. [Електронний ресурс] / Сфера-ТВ. 2022. URL: <https://sferatv.com.ua/news/vooz-yak-zabrudnene-povitrya-vplivae-na-zdorovya-naselennya85694>
8. Гадецька З. М., Кузьмич Н. В. Оцінка екологічного ризику на території України. *Ефективна економіка*. [Електронний журнал]. 2015. № 12. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4679>

9. Гринькевич Ольга, Квак Світлана, Марець Оксана, Іванченко Катерина, Лейченко Михайло. Екологічні індикатори у стратегічній діагностиці та проєктній діяльності територіальних громад. *Вісник Львівського університету. Серія економічна*. 2024. Випуск 67. URL: <http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/economics/issue/view/621>
10. Громадське здоров'я України: профілі регіонів. Центр громадського здоров'я МОЗ України. URL: <https://phc.org.ua/regionalni-sistemi-gromadskogo-zdorovya/gromadske-zdorovya-ukraini-profil-regioniv>
11. Демчук Л.І. Екологічний ризик на території України. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/05/51-1.pdf>
12. Департамент з питань цивільного захисту. ЛОВА. URL: <https://loda.gov.ua/structural-unit/17061>
13. Державна служба статистики України. Головне управління статистики у Львівській області. Офіційний сайт. URL: <https://www.lv.ukrstat.gov.ua/>
14. ДСТУ ISO 45001:2019 Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88004
15. Екологічна безпека в європейських країнах: методи економічного регулювання й досвід для України: наукова доповідь [В. С. Кравців, П. В. Жук, Ю. І. Стадницький та ін.]; ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долишнього НАН України»; [наук. ред. В.С. Кравців]. Львів, 2020. 97 с.
16. Екологічний паспорт Львівської області за даними 2024 року. ЛОВА, 2025. 218 с. URL: <https://deplv.gov.ua/ekologichnyj-pasport/>
17. Іванюта С. Моніторинг та оцінювання екологічних ризиків техногенного походження. Аналітична доповідь. Національний інститут стратегічних досліджень. Київ, 2012. 52 с.
18. Іванюта С.П. Екологічна безпека регіонів України [Електронний ресурс] // Стратегічні пріоритети. 2013. № 3 (28). С. 157-164. URL: http://irbisnbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=

2&I21DBN=JRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/spa_2013_3_23.pdf

19. Качинський А. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. К.: НІСД, 2001. 312 с.

20. Коблянська І.І. Інтегральна оцінка ефективності еколого-економічних процесів у регіональній площині з позицій сталого розвитку. *Економіка та суспільство*. 2023. Випуск № 56. Електронний журнал. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2966/2884>

21. Ковальчук Ю. О., Михайлецький М. І. Актуальні проблеми управління екологічною безпекою Львівської області. Актуальні проблеми сучасного бізнесу: обліково-фінансовий та управлінський аспекти: матеріали І Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 19-21 березня 2019 р. Ч. 2. Львів: ЛНАУ, 2019. С. 82-84.

22. Корнєєв Ю. В. Поняття та правове регулювання екологічної безпеки в Україні. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія : Юриспруденція*. 2021. Вип. 49. С. 122-125.

23. Краснянський М. Ю. Екологічна безпека: навчальний посібник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. 180 с.

24. Лелеченко А. П. Забезпечення екологічної безпеки великого міста в контексті сталого розвитку. *Інвестиції: практика та досвід*. 2022. № 5-6. С. 38–42. DOI: 10.32702/2306-6814.2022.5-6.38

25. Леськів Г.З., Верескля М. Р. Безпека життєдіяльності та охорона праці: навчальний посібник. Львів: ЛьвДУВС, 2018. 262 с.

26. Лутковська С. М. Модернізація системи екологічної безпеки сталого розвитку. Вінницький національний аграрний університет. 2020. URL: <https://vsau.org/assets/images/content/nauka/specrady/dis-s-m-lutkovska.pdf>

27. Національні системи оцінювання ризиків і загроз: кращі світові практики, нові можливості для України : аналіт. доп. / [Резнікова О. О., Войтовський К. Є. Лепіхов А. В.] ; за заг. ред. О. О. Резнікової. Київ : НІСД, 2020. 84 с.

28. Павліха Н. В., Цимбалюк І. О., Хомюк Н. Л., Войчук М. В., Савчук А. Ю. та ін. Безпека сталого розвитку регіонів та територіальних громад України на засадах інклюзивного зростання : монографія. Луцьк : Вежа-Друк, 2022. 516 с.

29. Про затвердження Методики оцінювання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру та пожеж. Наказ МВС України № 836 від 13.10.2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1905-23#Text>

30. Про затвердження Порядку проведення зонування територій за результатами визначення рівнів ризиків виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із наявністю об'єктів підвищеної небезпеки, а також впливом небезпечних геологічних, гідрологічних та метеорологічних явищ і процесів. Наказ МВС України № 611 від 06.09.2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1426-24#Text>

31. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року. Закон України № 2697-VIII від 28.02.2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>

32. Самосієнко Я. Б., Налисько М. М., Тимошенко О. А., Чернета В. М. Проблеми та шляхи поліпшення екологічної безпеки в Україні. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2020. № 6. С. 133-139.

33. Смертність в Україні 2018-2030: інтерактив. [Електронний ресурс] / Український центр суспільних даних. 2021. URL: <https://socialdata.org.ua/projects/mortality/>

34. Тарасова В.В., Ковалевська І.М. Кореляційний аналіз стану охорони здоров'я населення України. *Економіка АПК*. 2012. № 12. С. 105—109.

35. Челядин Л. І., Григорчук Л. І., Челядин В. Л. Чинники і ризики забруднення довкілля та їх вплив на показник екологічної безпеки об'єкта. *Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*. 2009. № 1. С. 45-50.

36. Чурилін В., Віткін Л. Сучасний погляд на поняття екологічного ризику: концептуальна основа. *Вчені записки Університету «КРОК»*, 2024. № 2 (74), С.198–203. <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2024-74-198-203>
37. Шевченко І.В. Здоров'я населення як відображення екологічного ризику та екологічної безпеки. Економіка природокористування і охорони довкілля: Зб. наук. пр. К.: РВПС України НАН України, 2009. С. 75-81.
38. Шевченко Р.Ю. Анналі картографування стану національної екологічної безпеки України. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. К.: ДЕА, 2020. № 4(31). С. 31-41.
39. Chen W., Kang P., Wang M., Hou Y. Review on urban ecological risk management. *Shengtai Xuebao. Acta Ecologica Sinica*. 2018. № 38. P. 5224-5233. DOI: 10.5846/stxb201705140890.
40. Hryhoruk P., Khrushch N. and Grygoruk S. Environmental safety assessment: a regional dimension. Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 628, 8th International Scientific Conference on Sustainability in Energy and Environmental Science 21-22 October 2020, Ivano-Frankivsk, Ukraine. 2021. P. 1-13.
41. Ju, L.; Liu, Y.; Yang, J.; Xiang, M.; Xiang, Q.; Hu, W.; Ding, Z. Construction of Nature Reserves' Ecological Security Pattern Based on Landscape Ecological Risk Assessment: A Case Study of Garze Tibetan Autonomous Prefecture, China. *Sustainability* 2023, 15, 8707. <https://doi.org/10.3390/su15118707>
42. National Disaster Resilience Strategy 2019. URL: <https://www.civildefence.govt.nz/assets/Uploads/publications/National-Disaster-Resilience-Strategy/National-Disaster-Resilience-Strategy-10-April-2019.pdf>
43. National Risk Assessment. 2019. URL: <https://english.nctv.nl/documents/publications/2019/09/18/dutch-national-risk-assessment>
44. National Risk Register (NRR) of Civil Emergencies. URL: <https://www.gov.uk/government/collections/national-risk-register-of-civil-emergencies>

45. Prykhodko Mykola, Havadzyn Nataliia, Horal Liliana, Melnychuk Ivanna, Berlous Mariia. Ecosystem services in the management system of ecological safety of territorial units. 2019. 10.2991/mdsmes-19.2019.18.
46. Ragas A., Ecological risk assessment of chemical mixtures. Toxicology Letters. 2018. 295, 37. DOI: 10.1016/j.toxlet.2018.06.1154.
47. Roussety M., Frazer L., Weaven S., Thaichon P. Franchise Risk Ecology: A Risk Ecology for Analysing, Mitigating and Pricing Franchisee Contracted Risks . Entrepreneurial Opportunities: Economics and Sustainability for Future Growth. Emerald Publishing Limited. 2020. DOI: 10.1108/978-1-83909-285-520201009.
48. SaveEcoBot. URL: <https://www.saveecobot.com/>
49. Simon T. Ecological Risk Assessment. Environmental Risk Assessment, 2019. P. 365-430. DOI: 10.1201/9780429286001-7.
50. Soliman N. Ecological risk of trace metals. Lap Lambert Academic Publishing. 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/331802619_Ecological_risk_of_trace_metals
51. Vasyutinska K.A., Barbashev S.V. The analysis of the principles and methods evaluation of environmental safety levels in regional context. *Праці Одеського політехнічного університету*. 2017. Вип. 3(53). 114-121.