

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки  
Кафедра екології та охорони  
довкілля

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: **Оцінка екологічних ризиків забруднення ґрунтів та донних відкладів в озерах Придунав'я**

Виконала студентка 2 курсу групи МЕБ- 18 (з/ф)  
спеціальності 101 – Екологія  
Ткачук Марина Миколаївна

Керівник к.геогр.н., доцент  
Сербов Микола Георгійович

Рецензент д.ф-м.н., професор  
Степаненко Сергій Миколайович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської підготовки

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101 – Екологія

Освітньо-професійна програма Екологічна безпека  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри екології та охорони  
довкілля

Сафранов Т.А.

“ 28 ” жовтня 20 19 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Ткачук Марині Миколаївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оцінка екологічних ризиків забруднення ґрунтів та донних відкладів в озерах Придунав'я

керівник роботи Сербов Микола Георгійович, к.геогр.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 18 ” жовтня 2019 р. № 235-С

2. Строк подання студентом роботи 09 грудня 2019 р.

3. Вихідні дані до роботи матеріали науково-дослідної роботи ОДЕКУ, польових експедиційних досліджень та обстежень регіону дослідження, дані з інших джерел інформації – наукові монографії, статті, звіти НДР, матеріали моніторингу гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів Державної служби України з надзвичайних ситуацій, карт, статистичних довідників, джерел з мережі Інтернет тощо

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Класифікація ризиків. 2. Методи оцінювання екологічного ризику, у т.ч. оцінювання ризику впливу шкідливих речовин на здоров'я населення регіону, основні види антропогенного впливу на ґрунти, джерела забруднення та забруднювачі води. 3. Аналіз літературних джерел по тематиці магістерського дослідження. 4. Оцінка екологічних ризиків в регіоні українського Придунав'я, у т.ч. комплексна оцінка стану ґрунтів, оцінка екологічного ризику при поводженні з непридатними хімічними засобами захисту рослин, оцінка стану забруднення ґрунтів та донних відкладів на основі геохімічного моніторингу території. Висновки. Перелік використаних джерел. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	немає		

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 2019 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Класифікація ризиків. Методи оцінювання екологічного ризику. Оцінка основних видів антропогенного впливу на ґрунти</i>	28.10.19-02.11.19	90	5 (відмінно)
2	<i>Аналіз літературних джерел по тематиці магістерського дослідження</i>	03.11.19-11.11.19	80	4 (добре)
3	<i>Комплексна оцінка екологічного стану ґрунтів регіону. Оцінка індикаторних показників екологічного стану ґрунтів Придунав'я</i>	12.11.19-17.11.19	85	4 (добре)
	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>18.11.19-23.11.19</b>	<b>85</b>	<b>4 (добре)</b>
4	<i>Оцінка ризику порушення стійкості екосистеми ґрунтів. Оцінка стану ґрунтів на основі геохімічного моніторингу досліджуваної території</i>	24.11.19-26.11.19	80	4 (добре)
5	<i>Оцінка екологічного ризику при поводженні з непридатними хімічними засобами захисту рослин.</i>	27.11.19-02.11.19	85	4 (добре)
6	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.</i>	03.12.19-06.12.19	90	5 (відмінно)
7	<i>Підготовка остаточної паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи та презентаційного матеріалу до попереднього і публічного захисту в АК. Рецензування роботи.</i>	07.12.19-09.12.19	85	4 (добре)
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>85,0</b>	

(до десятих)

Студент

\_\_\_\_\_ Ткачук М.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ Сербов М.Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**Ткачук М.М. Оцінка екологічних ризиків забруднення ґрунтів та донних відкладів в озерах Придунав'я.** Рукопис. Одеський державний екологічний університет. Одеса, 2019.

**Актуальність дослідження** обумовлена:

– унікальності Придунайського регіону в межах Одеської області з точки зору географічного розташування, природної спадщини та перспектив економічного розвитку у світлі євроінтеграційних процесів;

– зростаючому значенні оцінки екологічних ризиків в зв'язку з підвищенням вимогливості природоохоронного законодавства, а також – як превентивний захід при ймовірності значних економічних втрат в майбутньому;

– вкрай обмеженою вивченості сценаріїв екологічних ризиків в регіоні з усе зростаючим посиленням антропогенного тиску на природні екосистеми;

– відсутності сформованої комплексної стратегії ефективного та сталого управління природними ресурсами на основі оцінки регіональних ризиків, направленої на вирішення проблем між цілями соціально-економічного розвитку та негативними наслідками впливу дестабілізуючих факторів.

**Мета роботи** – оцінка екологічних ризиків забруднення ґрунтів на прикладі Придунайського регіону України, а також екологічних ризиків забруднення донних відкладів в озерах (лиманах) українського Придунав'я.

**Об'єкт дослідження** - визначення екологічного ризику забруднення ґрунтів та донних відкладів на території водних об'єктів в Придунайських районах Одеської області.

**Методи дослідження** – графоаналітичні методи оцінки даних, порівняльне зіставлення та експертні оцінки геохімічного моніторингу території.

**Результати і новизна** – проведений аналіз існуючих методичних підходів в оцінці екологічного ризику забруднення ґрунтів та донних відкладів водних об’єктів. В межах досліджуваної території розроблені рекомендації щодо використання індикаторних показників екологічного стану ґрунтів з урахуванням критерію їх фізичної деградації і забруднення. Проведена оцінка загального стану земельних ресурсів придунайських районів Одеської області, а також оцінка ризику порушення стійкості екосистем ґрунтів регіону. Проведена оцінка екологічного ризику при поводженні з непридатними хімічними засобами захисту рослин. Проведена оцінка екологічного ризику забруднення донних відкладів в водних об’єктах Придунайського регіону України.

**Магістерська робота складається** з 4 розділів. Загальний обсяг роботи 80 сторінок, рис. 3, таблиць 5. У роботі використано 82 літературних джерела з яких 12 іноземні джерела.

**Ключові слова:** ПРИДУНАЙСЬКИЙ РЕГІОН УКРАЇНИ, ЕКОЛОГІЧНИЙ РИЗИК, ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТІВ, ДОННИХ ВІДКЛАДІВ

## SUMMARY

**Tkachuk M.M. Assessment of the Environmental Risks of Soil and Sediments Contamination in the Danube lakes.** Manuscript. Odessa State Environmental University. Odessa, 2019.

### **The relevance of the study:**

- the uniqueness of the Danube region within the Odessa region in terms of geographical location, natural heritage and prospects for economic development in the light of European integration processes;
- the increasing importance of environmental risk assessments in the context of increased environmental legislation, and as a preventive measure in the event of significant economic losses in the future;
- extremely limited scrutiny of environmental risk scenarios in the region with increasing anthropogenic pressure on natural ecosystems;
- lack of a comprehensive strategy for the effective and sustainable management of natural resources based on an assessment of regional risks aimed at solving problems between the goals of socio-economic development and the negative effects of destabilizing factors.

**Purpose** – is to assess the environmental risks of soil contamination on the example of the Danube region of Ukraine, as well as the environmental risks of pollution of bottom sediments in the lakes (estuaries) of the Ukrainian Danube region.

**The object of the study** – determination of ecological risk of soil contamination and sediments in the territory of water bodies in the Danube regions of Odessa region.

**Research methods** – graph-analytical methods of data estimation, comparative comparison and expert assessments of geochemical monitoring of the territory.

**Results and novelty** – an analysis of existing methodological approaches in assessing the environmental risk of soil contamination and sediments of water bodies. Within the study area, recommendations on the use of indicators of soil

ecological status were developed taking into account the criterion of their physical degradation and contamination. An assessment of the general state of land resources of the Danube regions of the Odessa region, as well as an assessment of the risk of disturbance of the soil ecosystems stability of the region. An environmental risk assessment for the management of unsuitable chemical plant protection products was carried out. The environmental risk of sediment contamination in the water bodies of the Danube Region of Ukraine has been evaluated.

**Master's thesis consists** of 4 chapters. The paper consists of 80 pages, 3 figures, 5 tables. The paper used 82 literary sources from which 12 foreign sources.

**Keywords:** DUNDAY REGION OF UKRAINE, ENVIRONMENTAL RISK, SOIL SEDIMENT, POLLUTION.

## ЗМІСТ

	<i>стор.</i>
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ .....	9
ВСТУП .....	11
1. КЛАСИФІКАЦІЯ РИЗИКІВ .....	13
2. МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ .....	25
2.1 ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ ВПЛИВУ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ .....	25
2.2 ОСНОВНІ ВИДИ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ҐРУНТИ	29
2.3 ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ТА ЗАБРУДНЮВАЧІ ВОДНИХ РЕСУРСІВ .....	31
3. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМАТИКОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	40
4. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ В РЕГІОНІ УКРАЇНСЬКОГО ПРИДУНАВ'Я .....	46
4.1 КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ	46
4.2 ОЦІНКА ІНДИКАТОРНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ ПРИДУНАВ'Я .....	50
4.3 ОЦІНКА РИЗИКУ ПОРУШЕННЯ СТІЙКОСТІ ЕКРОСИСТЕМИ ҐРУНТІВ .....	55
4.4 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ПРИ ПОВОДЖЕНІ З НЕПРИДАТНИМИ ХІМІЧНИМИ ЗАСОБАМИ ЗАХИСТУ РОСЛИН .....	57
4.5 ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТІВ НА ОСНОВІ ГЕОХІМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЇ .....	59
4.6 ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ЗАБРУДНЕННЯ ДОННИХ ВІДКЛАДІВ .....	60
ВИСНОВКИ .....	65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	68
ДОДАТКИ .....	77



## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

COSYMA – Міжнародна методика оцінювання радіологічних наслідків техногенних аварій

ISC2 – багатомірна статистична модель атмосферної дисперсії

NCEA – Національний екологічний центр США

MEPAS – Методика аналізу розповсюдження викидів (скидів) токсичних та радіоактивних речовин у природному середовищі

RA (Risk Assesment) – оцінка ризику

RM (Risk Management) – управління ризиком

USEPA - Агентство з охорони навколишнього середовища США

WGS – Word geodesic system (Світова геодезична система)

АЕС – атомна електростанція

б. – балка

БС – Балтійська система висот

ВЕС – водна екосистема

ВКУ – Водний Кодекс України

ВО – водний об'єкт

ВР – водні ресурси

ВРД – Водна Рамкова Директива

г – грам

ГДК – граничнодопустима концентрація забруднюючих речовин

ГМЦ ЧАМ – Гідрометеорологічний центр Чорного і Азовського морів

год. – година

ДСНС України – Державна служба України з надзвичайних ситуацій

ДсанПіН – Державні санітарні норми, допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, води водоймищ, ґрунтів.

ДСТУ – Державний стандарт України

км – кілометр

ЛЕП – лінія електропередач

м – метр

м БС – позначка поверхні в метрах Балтійської системи висот

МВ – методика вимірювання

МКР – магістерська кваліфікаційна робота

НД – нормативний документ

НДР – науково-дослідна робота

НЕЦ МНС – Науково-експертний центр моніторингу навколишнього середовища

НДЧ – науково-дослідна частина

ОДЕКУ – Одеський державний екологічний університет

ООН – Організація Об'єднаних Націй

ПЗФ - природно-заповідний фонд

р. – рік, річка

рр. – роки, річки

см – позначка поверхні (в сантиметрах) в умовній (місцевій) системі

тис. – тисяча

хв. – хвилина

у тому числі – у т.ч.

## **Вступ.**

У магістерській кваліфікаційній роботі (далі - МКР) представлені результати дослідження оцінки визначення екологічних ризиків забруднення ґрунтів та донних відкладів озер на прикладі Придунайського регіону України. Оцінка екологічних ризиків проведена для п'яти районів Одеської області, території яких розташовані безпосередньо в басейні річки Дунай та включають в себе оцінку порушення стійкості екосистем ґрунтів, а також оцінку екологічного ризику при поводженні з непридатними засобами захисту рослин. В МКР представлений аналіз діючих підходів оцінки екологічних ризиків забруднення ґрунтів. Надані рекомендації щодо використання індикаторних показників стану ґрунтів з урахуванням критерію їх фізичної деградації та забруднення. Проведена загальна оцінка стану земельних ресурсів Придунайських районів Одеської області. Надані розрахунки екологічного ризику при поводженні з непридатними хімічними засобами захисту рослин.

Актуальність проведеного в МКР дослідження обумовлена:

- унікальності регіону України з точки зору географічного розташування, природної спадщини та перспектив економічного розвитку у світлі євроінтеграційних процесів;
- зростаючому значенні оцінки екологічних ризиків в зв'язку з підвищенням вимогливості природоохоронного законодавства, а також – як превентивний захід при ймовірності значних економічних втрат в майбутньому;
- вкрай обмеженою вивченості сценаріїв екологічних ризиків в регіоні з усе зростаючим посиленням антропогенного тиску на природні екосистеми;
- відсутності сформованої комплексної стратегії ефективного та сталого управління природними ресурсами на основі оцінки регіональних ризиків, направленої на вирішення проблем між цілями соціально-економічного розвитку та негативними наслідками впливу дестабілізуючих факторів.

Мета роботи полягає в розробці пропозицій проведення оцінки

екологічних ризиків забруднення ґрунтів на прикладі Придунайського регіону України, а також екологічних ризиків забруднення донних відкладів в озерах (лиманах) українського Придунав'я.

Новизна роботи полягає в тому, що вперше для досліджуваної території проведений аналіз існуючих методичних підходів в оцінці екологічного ризику забруднення ґрунтів та донних відкладів водних об'єктів, розроблені рекомендації щодо використання індикаторних показників екологічного стану ґрунтів з урахуванням критерію їх фізичної деградації і забруднення. Проведена оцінка загального стану земельних ресурсів придунайських районів Одеської області, а також оцінка ризику порушення стійкості екосистем ґрунтів регіону. Проведена оцінка екологічного ризику при поводженні з непридатними хімічними засобами захисту рослин. Проведена оцінка екологічного ризику забруднення донних відкладів в водних об'єктах Придунайського регіону України.

Для досягнення поставленої мети в магістерському дослідженні необхідно було вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз існуючих методичних підходів в оцінці екологічного ризику забруднення ґрунтів і донних відкладень.
2. Розробити рекомендації щодо використання індикаторних показників екологічного стану ґрунтів з урахуванням критерію їх фізичної деградації і забруднення.
3. Провести оцінку загального стану земельних ресурсів придунайських районів Одеської області, а також оцінку ризику порушення стійкості екосистем ґрунтів регіону.
4. Провести оцінку екологічного ризику при поводженні з непридатними хімічними засобами захисту рослин.
5. Провести оцінку екологічного ризику забруднення донних відкладень в водних об'єктах Придунайського регіону України.

На всі використані при підготовці даної магістерської кваліфікаційної роботи джерела інформації (монографії, наукові статті, матеріали наукових та науково-практичних конференцій, симпозіумів, картографічний матеріал, довідники, статистичні звіти тощо) [1-82] є посилання в переліку використаних джерел в останньому розділі МКР.

## **1. Класифікація ризиків.**

Сучасна тенденція підвищення безпеки життєдіяльності населення на основі оцінок ризику від техногенної діяльності та природних явищ і зниження ризику до прийнятних (граничних) значень потребує однозначного формулювання поняття “ризик”. Проте ця проблема широко дискутується в середовищі практиків та наукових колах і однозначного формулювання поняття “ризик” ще не встановлено, оскільки воно використовується не тільки у сфері техногенної і природної безпеки, а й у багатьох сферах державної, фінансової, економічної, військової, наукової тощо та діяльності.

Відповідно до Закону України № 2245-III від 18.01.2001р. «Про об’єкти підвищеної небезпеки» ризик – це ступінь імовірності певної негативної (небезпечної) події, яка може відбутися в певний час, або за певних обставин на території об’єкта підвищеної небезпеки і (або) за його межами [1].

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України № 848 від 24.09.2008р. «Про затвердження критеріїв оцінки ступеня ризику від впровадження господарської діяльності, яка полягає державному ветеринарно-санітарному контролю та нагляду» встановлюється три відповідних ступеня ризику: високий, середній, незначний [2].

Державний стандарт ДСТУ-2156-93 [3] «Безпечність промислових підприємств» встановлює, що ризик – це вірогідність негативних наслідків від сукупності шкідливих впливів на навколишнє середовище, що призводить до незворотної деградації екосистеми.

Відповідно до тлумачення Агентства охорони навколишнього середовища США під ризиком розуміється ймовірність пошкодження, захворювання чи смерті за певних обставин [4].

Реймерс М.Ф. під екологічним ризиком розуміє вірогідність несприятливих для екологічних ресурсів або систем наслідків будь-яких (випадкових чи навмисних, поступових чи катастрофічних) антропогенних змін існуючих природних об'єктів і факторів [5].

Екологічний ризик за Анікієвим В.В. та Захаровою П.В. [6], це – вірогідність загибелі біологічної системи – організму, популяції, населення. В своїх дослідженнях Алимов В.Т і Тарасов Н.П. [7,8] під екологічними вважають ризики, які пов'язані із забрудненням навколишнього середовища.

Екологічний ризик може піддаватися управлінню. Для цієї мети необхідно на початку проаналізувати ієрархію самої ризикової ситуації, розробити і обґрунтувати адміністративно-управлінські рішення у формі закону або нормативного акту, який буде направлений на зниження ризику або пошук шляхів його скорочення (зменшення впливу).

Теорія екологічного ризику формує принципи, які характеризують ставлення людського співтовариства до необхідності забезпечення безаварійної роботи технічних об'єктів як джерел підвищеної екологічної небезпеки [5,6]:

1) Нульовий екологічний ризик: цей принцип відображає впевненість людей у неможливості нанесення збитку даним об'єктом.

2) Послідовне наближення до повної і абсолютної безпеки або нульового ризику: передбачає проведення досліджень в даному напрямку по застосуванню технологій, що знижують цей ризик.

3) Мінімальний екологічний ризик: такий рівень небезпеки, який максимально можна досягти, виходячи з принципу виправданості будь-яких витрат на захист безпеки людини.

4) Збалансований ризик. Згідно з таким принципом (підходом) проводиться облік будь-яких природних небезпек і антропогенних впливів,

вивчення ступеня ризику кожного з подій і умов, при яких людина може бути піддана небезпеки.

5) Прийнятний ризик. Цей принцип базується на аналізі співвідношення витрат і ризику, або вигоди і ризику, або витрат і вигоди. Така концепція виходить з того, що виключити ризик повністю або економічно нерентабельна, або практично нездійсненна, а значить, варто встановити раціональний рівень безпеки, при якому оптимізуються витрати на зниження ймовірності ризику та розмір шкоди, можливого в разі виникнення надзвичайної ситуації.

Першим етапом оцінки ймовірного ризику завжди повинна бути ідентифікація реальної небезпеки як для людини, так і для навколишнього середовища (екосистеми). На цьому етапі переважну роль відіграють наукові дослідження та обґрунтовані науково-практичні висновки. Ідентифікація небезпеки означає пошук її сигналу і його виділення із загального фону.

На другому етапі проводиться оцінка експозиції, тобто виявлення того, яким шляхом, через яку середу, в якій кількості, коли саме і яким по тривалості буде визначений вплив.

Третій – оцінка залежності ефекту від дози – визначення кількісної закономірності, яка зв'язує одержувану дозу шкідливої речовини з ймовірністю розвитку несприятливих для здоров'я населення або екосистеми наслідків.

І четвертий – результат усіх попередніх, характеристика ризику. Вона включає в себе оцінку всіх виявлених і можливих несприятливих наслідків для здоров'я людини.

Оцінка екологічного ризику завжди повинна включати наступні етапи дослідження (розробки):

а) вивчення сценаріїв можливих негативних подій і їхніх наслідків для навколишнього середовища і населення;

б) аналіз запобіжних заходів попередження й обмеження наслідків аварійних або шкідливих ситуацій;

в) порядок розрахунку збитків, завданих господарською діяльністю окремих суб'єктів або галузевих комплексів;

г) деталізацію засобів зменшення таких збитків (економічна та екологічна експозиція);

д) оцінку впливу на навколишнє середовище залишкового забруднення;

е) систему інформування наглядових організацій і громадян про можливість виникнення небезпечних ситуацій (ризиків).

Управління ризиком завжди є логічним продовженням оцінки ризику. Основні завдання управління ризиком - порівняльне вивчення факторів ризику, установлення вагомості ризиків, їхнє статистичне або динамічне ранжування і виявлення пріоритетів, обґрунтування найкращих в даній ситуації рішень з усунення або мінімізації ризику, а також оцінка ефективності і корегування оздоровчих заходів.

Управління ризиком базується на сукупності соціо-економічних та політичних оцінок отриманих величин ризиків, порівняльній характеристиці можливої шкоди для здоров'я людини і суспільства в цілому, можливих витрат на реалізацію різних варіантів управлінських рішень зі зниження ризику і тих вигод, які будуть отримані в результаті реалізації заходів.

Початкову класифікацію ризиків можна здійснити залежно від основних чинників їх виникнення, згідно з якими ризик поділяються на природні, техногенні, побутові, соціально-політичні тощо. На рис. 1.1 представлена ілюстрація, яка класифікує ризики за видами, що стосуються техногенної, природної та екологічної небезпеки:

*Природний ризик* – ризик для населення, техногенних і природних об'єктів, пов'язаний із проявом стихійних (особливо-небезпечних) сил природи або негативною подією природного походження; або збитки, які очікуються від прояву природної небезпеки за певний період, що має відповідну ймовірність своєї реалізації [5,9].

*Техногенний ризик* – ризик для населення, техногенних і природних об'єктів від негативної події техногенного походження або ймовірність



виникнення негативної події техногенного характеру та можливих збитків від неї за певний період часу [7,9].



Рис. 1.1. - Схема класифікації ризиків

*Екологічний ризик* – це ризик, пов'язаний із забрудненням навколишнього середовища, екологічних систем різних типів та походження [5,9,10].

*Побутовий ризик* – ймовірність загибелі людини в результаті нещасного випадку у побуті .

*Соціально-політичний ризик* – ймовірність виникнення негативної події, пов'язаної з терористичними актами, військовими конфліктами, антиконституційними чи злочинними діями і можливих збитків від неї (за певний період часу) [11,12] .

При оцінюванні ступеня екологічної безпеки одним із ключових понять є *екологічний ризик* – ймовірність виникнення негативних для навколишнього середовища і людини наслідків від здійснення господарської та іншої діяльності [5]. У Державному стандарті України ДСТУ 2156–93 “Безпека промислових підприємств” [3] екологічний ризик визначено як “імовірність несприятливих наслідків від сукупності шкідливих впливів на навколишнє середовище, що викликає незворотну деградацію екосистеми”.

Поняття екологічного ризику часто трактують як несприятливі для людини та біоти наслідки від забруднень природного середовища різноманітними забруднюючими речовинами, а також від інших потенційно небезпечних впливів на нього, що з відповідною ймовірністю очікуються за певний час впливу.

Будь-який ризиків взагалі і екологічний зокрема, є добутком імовірності, вірогідності несприятливої події на шкоду (збитки), що завдані зазначеною подією. Причому необхідно враховувати, що оскільки імовірність події величина безрозмірна (виражена, як правило, у відсотках від 0 до 100 або в долях від 0 до 1,0), то ризик отримує розмірність яку має складова шкоди (збитків) несприятливої події – загибель, хвороба, оцінка матеріальних цінностей, ресурсів тощо.

В цьому визначається принципова відмінність категорії “ризик” від поняття “безпека (небезпека)”, яке є безрозмірним і якісним.

Зазначене надає підстави розглядати поняття “ризик” і “безпека” як різнорівневі, тобто “безпека (небезпека)” – це властивість, в “ризик” – показник цієї властивості.

Добитися значного зниження екологічного ризику допомагає екологічний моніторинг природно-технічних систем – система стаціонарних спостережень за станом природного середовища і попередження про негативні ситуації.

Ризики також можна класифікувати і за видом їх чинників на: *внутрішні* (пов'язані з функціонуванням підприємства), *зовнішні* (пов'язані з зовнішнім середовищем) та *людський чинник* (пов'язані з помилками виробничого персоналу тощо – «людський фактор»).

Класифікація за понятійними категоріями ризику при його аналізі включає [13-16]:

- *індивідуальний ризик* – ризик, на який наражається людина в результаті впливу досліджуваних чинників небезпеки або ймовірність загибелі людини, що знаходиться в даному регіоні, від можливих джерел небезпеки протягом року з урахуванням ймовірності її перебування в зоні ураження;

- *соціальний ризик* – ймовірність загибелі людей понад певну кількість (або очікувана кількість загиблих) у даному регіоні протягом певного періоду від можливих джерел небезпеки з урахуванням ймовірності їх перебування в зоні ураження;

- *територіальний ризик* – просторовий розподіл ймовірності (частоти) реалізації негативного впливу вражаючих чинників аварії; ймовірність загибелі протягом року людини, яка знаходиться в конкретному місці простору, від можливих джерел небезпеки ОПН;

- *колективний ризик* – математичне (статистичне) сподівання смертельно травмованих у результаті можливих аварій за певний період часу.

Згідно з дослідженнями, наведеними в [13,17,18], сучасна класифікація ризиків для цілей управління включає такі категорії:

- *граничнодопустимий ризик* – максимальне значення індивідуального ризику, нормативно закріплене на державному (місцевому) рівні з урахуванням усього комплексу соціальних, економічних, науково-технологічних, екологічних та інших вимог;

- *прийнятний ризик* – рівень індивідуального ризику, який не перевищує на території небезпечного об'єкта і (або) за її межами граничнодопустимого рівня; відповідно до вимог Закону України “Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності” [19] наведено таке визначення: *прийнятний ризик* – соціально, економічно, технічно і політично обґрунтований ризик, який не перевищує граничнодопустимого рівня;

- *недопустимий ризик* – ризик, який перевищує граничнодопустимий рівень;

- *незначний ризик (абсолютно прийнятний)* – рівень ризику, встановлений адміністративними органами, як правило менший або такий, що дорівнює встановленому в державі рівню, подальше зниження якого недоцільне (1 • 10~8).

На рис. 1.2 наведено дерево основних чинників ризику, яке характеризує широкий спектр ризиків техногенного, природного і побутового тощо характеру.

Важливою понятійною категорією ризику за порівняльного аналізу безпеки окремих об'єктів, територій, регіонів, країн, *інтегральний ризик* – сумарний ризик для населення, техногенних і природних об'єктів від усіх можливих негативних подій техногенного і природного походження. Цей показник об'єднує все різноманіття ризиків від залежних і незалежних подій.

Класифікація за характером завданих збитків включає *економічний, екологічний та соціальний ризики*. Класифікацію ризиків за сприйняттям людьми поділяють на добровільну і вимушену. Крім того, розглядають ризики професійні та непрофесійні.



Рис. 1.2. - Дерево головних чинників ризику

*Добровільний ризик* стосується особистого життя [16]. Прикладами добровільного ризику є непрофесійні заняття альпінізмом, стрибки з парашутом, тобто види діяльності, якими людина займається за власним бажанням, для поліпшення настрою, здобуття престижу тощо. Ризик таких занять буває вищим від професійного, але він обмежується лише особою, яка ризикує. Так, ризик, пов'язаний з автомобільним транспортом (керування автомобілем) приймається добровільно, тоді як ризик, пов'язаний з розміщенням промислового підприємства, таким не є. Справді, вигоди виробництва тієї чи іншої продукції поширюються на все суспільство, а ризику піддаються лише люди, які живуть у радіусі дії вражаючих чинників, які ініціюються в результаті реалізації аварії.

*Вимушений ризик* пов'язаний з необхідністю виконання професійних обов'язків за екстремальних (нестандартних) умов. Він розцінюється людьми як додатковий ризик, тому при виборі виду професійної діяльності індивідуум має право знати величину пов'язаного з майбутньою роботою ризику і розраховувати на соціально-економічні компенсації з боку роботодавця (держави) за додатковий ризик [16].

*Професійний ризик* – ймовірність пошкодження (втрати) здоров'я або загибелі співробітника внаслідок впливу на нього небезпечного чи шкідливого виробничого чинника при виконанні ним своїх трудових (посадових) обов'язків [2]. У страховому законодавстві під професійним ризиком розуміють ймовірність пошкодження (втрати) здоров'я або смерті застрахованого, пов'язану з виконанням ним зобов'язань згідно з трудовим договором (контрактом) та в інших встановлених законодавством випадках. Вивчення професійних ризиків входить до кола інтересів медицини, охорони праці і соціального страхування, причому кожна з цих галузей знань з урахуванням їх професійної спрямованості має свої особливості й методи дослідження.

З позиції медицини праці професійний ризик застосовують для встановлення кількісних закономірностей взаємозв'язку шкідливих чинників

виробничого середовища з формуванням виробничо обумовленого і професійного захворювання працівників, а також для розробки механізмів попередження професійних захворювань.

З позиції соціального страхування величину професійного ризику застосовують для встановлення кількісних закономірностей взаємозв'язку величини матеріальних затрат, пов'язаних з компенсацією втрати заробітку через втрату працездатності, а також витрат на лікування, реабілітацію постраждалих. Його використовують для розробки механізмів зниження рівня виробничого травматизму і професійних захворювань.

З позиції охорони праці величину професійного ризику прийнято застосовувати для оцінки факторів ризику (техніки, технології, організації праці, стану техніки безпеки, системи управління безпекою), які впливають на величину професійного захворювання і виробничого травматизму, а також на розробку системи технічних і організаційних заходів щодо його зниження.

Як підтверджує практика, близько 80 % аварій і техногенних катастроф пов'язані з людським чинником, тому статистичні дослідження помилок і поведінки операторів необхідні для визначення ймовірностей помилок та оцінки ризику. Часто причинами помилок є конструктивні недоліки обладнання робочого місця або похибки у підготовці чи в інструктажі кадрів. Повністю виключити помилки людини неможливо, тому вдосконалення конструкцій, підготовка, навчання, тренування працівників для набуття ними більшого досвіду – вкрай важливі у професійній діяльності людей.

Оскільки показники ризику є об'єктивними показниками потенційної небезпеки промислових об'єктів, то застосування у господарському комплексі держави нових небезпечних технологій потребує аналізу й оцінки ризиків виникнення аварій на об'єктах, де використовуються ці технології, а також визначення ступеня прийнятності тих чи інших значень ризику.

*Аналіз ризику* – систематичне використання наявної моніторингової і спеціально зібраної інформації для ідентифікації небезпек і визначення

ризик для однієї людини, населення, майна, соціальних і техногенних об'єктів та навколишнього природного середовища.

*Оцінювання ризику* – процес визначення ймовірності виникнення аварій або надзвичайних ситуацій та можливих їхніх наслідків для здоров'я людей, майна і навколишнього середовища. Прогнозна оцінка ризику виникнення аварії на потенційно небезпечному об'єкті важлива для кожної людини, що знаходиться в зоні підвищеної небезпеки, суспільства загалом, оскільки реалізація аварії формує небезпеку ураження групи людей залежно від низки параметрів (віддаленість від місця події, час перебування на забрудненій території, вжиття заходів безпеки тощо).

*Управління ризиком* є важливою компонентою стратегії сталого розвитку держави. Саме на державному рівні здійснюється адміністративна функція управління ризиком, яка забезпечується впровадженням превентивних заходів, розроблянням оптимальних програм діяльності, спрямованих на зниження різних видів ризику. Управління ризиком включає порівняння поточного ризику з прийнятним та вжиття заходів щодо зниження ризику виникнення аварії до прийнятного рівня, який має бути економічно обґрунтованим, виходячи з існуючих обмежень на матеріальні та фінансові ресурси і час.

Процес аналізу, оцінювання й управління ризиком загалом є ітераційною процедурою, в якій на кожному етапі аналізу враховуються результати, отримані на кожному з попередніх етапів. Реалізація (планування) заходів щодо управління ризиком приводить до зміни характеристик устаткування і систем захисту. Це означає, що будь-яке прийняте рішення має привести до зміни визначених раніше показників ризику.

Залежно від вибраного для оцінювання ризику критерію розраховують індивідуальний, соціальний або потенційний територіальний ризик.



## **2. Методи оцінювання екологічного ризику**

Тлумачний словник з охорони природи визначає поняття “екологічний ризик” як імовірність негативних змін навколишнього середовища або наслідків цих змін, що виникають через негативний антропогенний вплив на навколишнє середовище [25]. Є ще й таке визначення: екологічний ризик – імовірність виникнення негативних для навколишнього середовища і людини наслідків здійснення господарської та іншої діяльності.

Оскільки, екологічний ризик – це міра екологічної небезпеки, а екологічна небезпека – ситуація, в якій можуть відбуватися негативні події, що спричинюють відхилення стану здоров'я людини й (або) стану навколишнього середовища від їхнього середньостатистичного значення; відхилення певних параметрів, ознак, чинників, що характеризують стан навколишнього середовища, від їхніх установлених (оптимальних, припустимих) значень, то фактично оцінка екологічного ризику зводиться до оцінювання ймовірностей виникнення збитків – різного роду, але одного походження, а саме зумовлених змінами у стані навколишнього середовища. Екологічні чинники істотно впливають на зростання захворюваності і смертності населення, генетичних змін, збільшення кількості спадкових хвороб. Доволі складно охопити все різноманіття проблем, пов'язаних з оцінюванням екологічного ризику, тому наведений нижче матеріал описує лише найважливіші методи і підходи.

### *2.1. Оцінювання ризику впливу шкідливих речовин на здоров'я населення*

Участь шкідливих речовин, які потрапили в навколишнє середовище, різна: одні вступають у хімічні реакції (при цьому можуть утворюватися небезпечні сполуки), інші зазнають трансформації (радіонукліди розпадаються по радіоактивному ланцюжку) або мігрують у водних потоках, ґрунті, атмосфері, акумулюються в коренях, листках, плодах і стеблах рослин, донних відкладах тощо. Безпосередньо в людський організм шкідливі речовини потрапляють в основному трьома шляхами: інгаляційне

(через легені з повітрям), пероральне (через рот та органи травлення – з питною водою, продуктами харчування), шкірорезорбтивне (через поверхню шкіри – під час купання, приймання душу тощо). Людина може також піддаватися внутрішньому опроміненню в разі потрапляння радіонуклідів усередину організму, зовнішньому опроміненню – за наявності радіоактивних речовин у навколишньому середовищі.

У 1990-х роках велику роботу з розробки підходів щодо аналізу екологічного ризику і систематизації методів оцінювання екологічного ризику виконало Агентство з охорони навколишнього середовища США (далі - USEPA).

На рис. 2.1 наведено загальну схему аналізу та оцінювання екологічного ризику, згідно з якою аналіз ризику включає вивчення впливу токсичних речовин на людину та навколишнє середовище. При цьому враховують кліматичні характеристики регіону, моделі поширення токсичних речовин, частоту виникнення аварій, сценарії їх розвитку, прогнозовані розміри збитків як для населення, так і природного середовища.

У звітах USEPA знайшли відображення методики аналізу ризику впливу окремих чинників на навколишнє середовище, у тім числі тих, що не мають порогового характеру дії (радіонукліди, хімічні канцерогени) [23,26].

Так, у звіті Національної академії наук США узагальнено результати досліджень впливу низьких рівнів радіації на здоров'я популяції. Науковий Комітет ООН із вивчення впливу ядерного випромінювання узагальнив результати досліджень щодо оцінювання ризику для здоров'я людини за впливу джерел іонізуючого випромінювання. Розроблено різні моделі радіаційного впливу для оцінювання онкогенного ризику [11,16,21].



Рис. 2.1 - Загальна схема аналізу та оцінювання екологічного ризику

На сьогодні, у відповідності до результатів наукових досліджень та практичних розробок, різні розробники пропонуються різні трактування і визначення поняття екологічного ризику [10,11,14,15,17,21,27-29 та ін.], що потребує обов'язкового врахування під час розробки регіональних методичних підходів оцінювання небезпеки шкідливих чинників для здоров'я населення.

Наприклад, в США було розроблено програмний комплекс “Risk Assistant” призначений для кількісного оцінювання ризиків для здоров'я населення від впливу хімічних (канцерогенних і не канцерогенних) шкідливих речовин. Він розроблений у США і ґрунтується на алгоритмах і моделях, запропонованих Агентством з охорони навколишнього середовища США (далі - USEPA), розроблений Гемпширським науково-дослідним інститутом за участю Національного екологічного центру (далі - NCEA). Згодом він був адаптований російськими науковцями й у [29] наведені моделі і формули для розрахунку кількостей (концентрацій) шкідливих речовин, що

надходять в організм людини за різними сценаріями (шляхи надходження, умови впливу).

Для формування сценаріїв використовують такі дані: характеристики джерел шкідливих речовин і метеорологічних умов (під час розрахунку полів концентрацій шкідливих речовин у приземному шарі повітря за моделлю атмосферної дисперсії ISC2, яка рекомендована для застосування Агентством з охорони навколишнього середовища США); характеристики населення и окремих його груп (маса тіла, вік, середня тривалість життя, відмінності в раціоні харчування і способі життя, специфіка уразливих груп населення); інформація про шляхи надходження шкідливих речовин в організм (інгаляційне, пероральне, шкірорезорбтивне).

Програмне забезпечення містить базу даних для екологічних нормативів рівнів зараження у поверхневій воді, питній воді та повітрі. Крім того, застосовують бази даних, які включають токсикологічну і фізико-хімічну інформацію для кожного шкідливого забруднювача. “Risk assistant” має інтерфейс користувача, проте закладені моделі досить складні і для ефективного використання необхідні відповідні навички та знання.

Серед методик оцінювання зон зараження шкідливими речовинами варто виділити методику “Токси +” та “Методику прогнозування наслідків виліву (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті”, які розглянуті у попередньому розділі. Тут охарактеризуємо методики, які застосовують багато науковців і фахівців під час аналізу ризиків, зокрема “Методику оцінювання екзогенних та ендогенних ризиків смертності населення на основі моделі Гомперца–Мейкема”, “Методику оцінювання наслідків аварій, пов'язаних із впливом іонізуючого випромінювання”, “Методику оцінювання радіологічних наслідків аварій на основі системи COSYMA”, “Методику аналізу розповсюдження викидів (скидів) токсичних та радіоактивних речовин у природному середовищі за допомогою системи MERAS”.

## *2.2 Основні види антропогенного впливу на ґрунти*

До основних видів антропогенних впливів на ґрунти, що зумовлюють зміну їхньої родючості та фізико-хімічних характеристик, можна віднести:

1. Розорювання, яке призводить до посилення взаємодії ґрунтів з атмосферою, вітровою та водною ерозією, зміни чисельності та видового складу ґрунтової фауни та флори.

2. Випас худоби, що спричинює ущільнення ґрунту, знищення трав'яного покриву, поверхневу ерозію, неможливість відновлення родючості внаслідок утрати детриту, збіднення ґрунтів рядом хімічних елементів, висушування, удобрення гноєм, біологічне забруднення.

3. Сінокоси, збирання урожаю викликають вилучення деяких хімічних елементів, підвищення випаровування.

4. Випалювання старої трави – знищення ґрунтових організмів у поверхневих шарах, підсилення показників випаровування.

5. Зниження лісистості, фактор що сприяє вимиванню поживних речовин із ґрунту, втраті вологості, затопленню низинних місцевостей, посиленню водної та вітрової ерозії, спустелювання.

6. Зрошення, як фактор антропогенного впливу часто зумовлює вимивання солей із глибин у верхні горизонти ґрунту і засолення їх, при неправильному поливанні – заболочення.

7. Осушення призводить до зниження вологості, виникнення або значне посилення вітрової ерозії.

8. Застосування пестицидів, добрив може викликати загибель ґрунтових організмів, зміни ґрунтових процесів, накопичення небезпечних для живих організмів отрутих речовин.

9. Створення побутових і промислових звалищ, розростання забудови спричинює вилучення родючих земель із сільськогосподарських вжитку, пригнічення і навіть загибель живих організмів на прилеглих до звалищ територіях.

10. Робота наземного транспорту зумовлює ущільнення ґрунту,

отруєння ґрунтів відпрацьованими газами, стоками та сипкими матеріалами.

11. Стічні води і викиди в атмосферу викликають забруднення ґрунтів хімічними речовинами, зміни їхнього складу.

12. Шум, вібрація, енергетичні випромінювання й інші фізичні фактори сприяють сповільненню росту рослин, забрудненню ґрунтів, загибелі організмів.

13. Видобуток корисних копалин призводить до прискорення процесів ерозії, забруднення ґрунтів, заболочування внаслідок заповнення водою відпрацьованих кар'єрів, підтоплення територій, до зменшення площі землі, придатної для сільського господарства.

14. Гідротехнічне будівництво супроводжується затоплення великих територій, інфільтрацією води з великих водосховищ у прилеглі землі, активізацією процесів заболочування та підтоплення.

Найбільш поширеним видом антропогенного впливу на ґрунти в переважній більшості країн світу, у т.ч. й в Україні, є їх забруднення внаслідок різних видів агропромислової діяльності. Основними забруднювачами ґрунтів можна вважати мінеральні добрива, пестициди, важкі метали, нафтопродукти, радіонукліди, канцерогени. Мінеральні добрива (азотні, фосфорні, калійні) вносяться у ґрунт для компенсації втрат мінеральних речовин, але не завжди при їх внесенні враховують хімічний склад ґрунту, агротехніку сільськогосподарської культури, терміни та норми внесення, що призводить до їх накопичення у ґрунтах.

Пестициди – це велика група речовин, створених людиною для боротьби із шкідниками, бур'яном, грибними захворюваннями сільськогосподарських культур тощо. Багато з них токсичні для людей і тварин, можуть викликати отруєння, генетичні відхилення. Джерелами надходження до ґрунту важких металів (цинку, кадмію, меркурію, хрому, плюмбуму, мангану й інше) та їх сполук є видобуток корисних копалин, викиди металургійних заводів, хімічних підприємств, сміттєспалювальних заводів, ТЕС, звалища відходів тощо. Нафтопродукти потрапляють у ґрунт під час роботи техніки на полях,

змиванням із поверхні автомагістралей, транспортних підприємств. Забруднення ґрунту радіонуклідами відбувається під час розробки уранових руд, роботи паливно-енергетичного комплексу, утворення могильників радіоактивних відходів, аварій на АЕС. Поширеним видом забруднення ґрунтів є канцерогени типу поліциклічні ароматичні вуглеводні, основними джерелами яких є вихлопні гази двигунів автомобілів, тепловозів, літаків, а також викиди котелень, промислових підприємств. Для земель єдиного державного земельного фонду України встановлюється номенклатура екологічних показників ґрунтів згідно Державного стандарту ДСТУ 17.4.2.01–81 “Охорона природи. Ґрунти. Номенклатура показників санітарного стану” [30]. Зазначена нормативний документ в обов’язковому порядку повинен застосовуватися при розробці нормативно-технічної документації з охорони ґрунтів від забруднень, а також при контролі стану ґрунтів. При регламентації й контролі забруднення ґрунтів стан ґрунту відповідно до нормативних вимог характеризується такими показниками: хімічними, санітарними та біологічними. Під хімічним забрудненням ґрунту мають на увазі зміну його хімічного складу в результаті антропогенної діяльності, здатну викликати погіршення якості.

### *2.3. Джерела забруднення та забруднювачі водних ресурсів.*

В даному розділі наведена загальна інформація про найбільш поширені джерела забруднення та забруднювачі водних об’єктів, які повністю відповідає реаліям сьогодення України.

*Населені пункти.* Найбільш відомим джерелом забруднення води, якому традиційно приділяється головна увага, є побутові (або комунальні) стічні води. Водоспоживання міст зазвичай оцінюють на основі середньої добової витрати води на одну людину, яка в США рівна приблизно 750 л і включає воду питну, для приготування їжі і особистої гігієни, для роботи побутових сантехнічних пристроїв, а також для поливу галявин і газонів, гасіння пожеж, миття вулиць і інших міських потреб. Майже вся використана вода поступає

в каналізацію. Оскільки щодня в стічні води потрапляє величезний об'єм фекалій, головним завданням міських служб при переробці побутових стоків в колекторах очисних установок є видалення патогенних мікроорганізмів. При повторному використанні недостатньо очищених фекальних стоків бактерії і віруси, що містяться в них, можуть викликати кишкові захворювання (тиф, холеру і дизентерію), а також гепатит і поліомієліт.

У розчиненому вигляді в стічних водах присутні мило, синтетичні пральні порошки, дезінфікуючі засоби, відбілювачі та інші речовини побутової хімії. З житлових будинків надходить паперове сміття, включаючи туалетний папір і дитячі підгузники, відходи рослинної і тваринної їжі. З вулиць в каналізацію стікає дощова і тала вода, часто, з піском або сіллю, які використовуються для прискорення танення снігу і льоду на проїжджій частині вулиць і тротуарах.

*Промисловість.* В індустріально розвинених країнах світу головним споживачем води і найбільшим джерелом стоків є промисловість. Промислові стоки в річки за об'ємом не менше ніж в три рази перевищують комунально-побутові.

Вода виконує різні функції, наприклад служить сировиною, обігрівачем і охолоджувачем в технологічних процесах, крім того, транспортує, сортує і промиває різні матеріали. Вода також виводить відходи на всіх стадіях виробництва - від видобутку сировини, підготовки напівфабрикатів до випуску кінцевої продукції та її розфасовки. Оскільки набагато дешевше викидати відходи різних виробничих циклів, ніж переробляти їх і утилізувати, з промисловими стоками скидається величезна кількість різноманітних органічних і неорганічних речовин. Більше половини стоків, що надходять у водойми, дають чотири основні галузі промисловості: целюлозно-паперова, нафтопереробна, промисловість органічного синтезу і чорна металургія (доменне і сталеплавильне виробництва). Через зростаючий обсяг промислових відходів порушується екологічна рівновага багатьох озер і річок, хоча більша частина стоків нетоксична і не смертельна для людини.



*Теплове забруднення води.* Найбільш масштабне одноразове вживання води - виробництво електроенергії, де вона використовується головним чином для охолодження та конденсації пари, що виробляється турбінами теплових електростанцій. При цьому вода нагрівається в середньому на 7 °С, після чого скидається безпосередньо у ріки й озера, будучи основним джерелом додаткового тепла, яке називають "тепловим забрудненням". Проти вживання цього терміну є суттєві заперечення, оскільки підвищення температури води іноді призводить до сприятливих екологічних наслідків та позитивну реакцію екосистеми.

*Сільське господарство.* Другим основним споживачем води є сільське господарство, що використовує її для зрошення полів. Вода, що стікає з них, насичена розчинами солей і ґрунтовими частинками, а також залишками хімічних речовин, що сприяють підвищенню врожайності. До них відносяться інсектициди, фунгіциди, які розпилюють над фруктовими садами і посівами, гербіциди, знаменитий засіб боротьби з бур'янами, а решта пестициди, а також органічні й неорганічні добрива, що містять азот, фосфор, калій і інші хімічні елементи.

Крім хімічних сполук, в річки потрапляє великий об'єм фекалій та інших органічних залишків з ферм, де вирощуються м'ясо-молочна велика рогата худоба, свині або домашня птиця. Багато органічних відходів також надходить в процесі переробки продукції сільського господарства (при обробленні м'ясних туш, обробці шкір, виробництві харчових продуктів та консервів і т.д.)

*Здатність до біологічного розкладання.* Штучні матеріали, які розкладаються біологічним шляхом, збільшують навантаження на бактерії, що, у свою чергу, спричиняє зростання споживання розчиненого кисню. Ці матеріали спеціально створюються таким чином, щоб вони могли легко перероблятися бактеріями, тобто розкладатися. Природні органічні речовини зазвичай здатні до біологічного розкладу. Щоб цією властивістю володіли і штучні матеріали, хімічний склад багатьох з них (наприклад, миючих і

чистячих засобів, паперових виробів тощо) був відповідним чином змінений. Перші синтетичні миючі засоби були стійкі до біологічного розкладання. Коли величезні клуби мильної піни стали скупчуватися у муніципальних очисних спорудах і порушувати роботу деяких водоочисних станцій через насиченість патогенними мікроорганізмами або пливли вниз за течією річок, до цієї обставини була привернута увага громадськості. Виробники мийних засобів вирішили проблему, зробивши свою продукцію здатною до біологічного розкладу. Але таке рішення спровокувало і негативні наслідки, оскільки привело до підвищення кількості бактерій у водотоках, а, отже, прискорення темпів витрат кисню.

*Утворення газів.* Аміак є основним продуктом мікробіологічного розкладання білків і виділень тварин. Аміак і його газоподібні похідні аміни утворюються як при наявності, так і при відсутності розчиненого у воді кисню. У першому випадку аміак окислюється бактеріями з утворенням нітратів і нітритів. За відсутності кисню аміак не окислюється, і його вміст у воді залишається стабільним. При зниженні вмісту кисню утворені нітрити та нітрати перетворюються в газоподібний азот. Відбувається це досить часто, коли води, що стікають з удобрених полів і вже містять нітрати, потрапляють в стоячі водойми, де накопичуються також і органічні залишки. У донних мулах таких водойм мешкають анаеробні бактерії, які розвиваються в безкисневому середовищі. Вони використовують кисень, присутній в сульфатах, і утворюють сірководень. Коли в сполуках недостатньо доступного кисню, розвиваються інші форми анаеробних бактерій, які забезпечують гниття органічних речовин. Залежно від виду бактерій утворюються вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ), водень ( $\text{H}_2$ ) і метан ( $\text{CH}_4$ ) - горючий газ без кольору і запаху, який називають також болотним газом.

*Евтрофікація.* Евтрофікація, або евтрофування, - процес збагачення водойм живильними речовинами, особливо азотом і фосфором, головним чином біогенного походження. У результаті відбувається поступове заростання озера і перетворення його в болото, заповнене мулом і

рослинними залишками, яке врешті-решт повністю висихає. У природних умовах цей процес займає десятки тисяч років, проте в результаті антропогенного забруднення води протікає дуже швидко. Так, наприклад, в маленьких ставках і озерах під впливом людини він завершується всього за декілька десятиліть.

Евтрофікація посилюється, коли ріст рослин у водоймі стимулюється азотом і фосфором, що містяться в насичених добривами стоках з сільськогосподарських угідь, в чистячих і миючих засобах та інших відходах. Води озера, що приймає ці стоки, представляють собою родюче середовище, в якому відбувається бурхливий ріст водних рослин, захоплюючих простір, в якому зазвичай живуть риби. Водорості та інші рослини, відмираючи, падають на дно і розкладаються аеробними бактеріями, які споживають для цього кисень, що призводить до замору риби. Озеро заповнюється плаваючими і прикріпленими водоростями і іншими водними рослинами, а також дрібними тваринами, що харчуються ними. Синьо-зелені водорості, або ціанобактерії, роблять воду схожою на гороховий суп з поганим запахом і рибним смаком, а також покривають камені слизовою плівкою.

*Теплове забруднення.* Температура води, яка використовується на теплових електростанціях для охолодження пари, підвищується на 3-10 °С, а іноді до 20 °С. Щільність і в'язкість нагрітої води відрізняються від властивостей більш холодної води приймаючого басейну, тому вони перемішуються поступово. Тепла вода охолоджується або навколо місця зливу, або в змішаному потоці.

Потужні електростанції помітно нагрівають води в річках і бухтах, на яких вони розташовані. Влітку, коли потреба в електричній енергії для кондиціонування повітря дуже велика і її вироблення зростає, ці води часто перегріваються. Поняття "теплове забруднення" відноситься саме до таких випадків, так як надлишкове тепло зменшує розчинність кисню у воді, прискорює темпи хімічних реакцій і, отже, впливає на життя тварин і рослин у водоприймальних басейнах.

Існують яскраві приклади того, як в результаті підвищення температури води гинули риби, виникали перешкоди на шляху їх міграцій, швидкими темпами розмножувалися водорості та інші нижчі сміттєві рослини, відбувалися несвоєчасні сезонні зміни водного середовища. Однак у деяких випадках збільшувалися улови риби, продовжувався вегетаційний період і простежувалися інші сприятливі наслідки. Тому підкреслимо, що для більш коректного вживання терміну "теплове забруднення" необхідно мати набагато більше інформації про вплив додаткового тепла на водне середовище в кожному конкретному місці.

*Накопичення токсичних органічних речовин.* Стійкість і отруйність пестицидів забезпечили успіх у боротьбі з комахами (у тому числі з малярійними комарами), різними бур'янами та іншими шкідниками, які знищують посіви. Однак було доведено, що пестициди також є екологічно шкідливими речовинами, так як накопичуються в різних організмах і циркулюють всередині харчових, або трофічних, ланцюгів. Унікальні хімічні структури пестицидів не піддаються звичайним процесам хімічного і біологічного розкладання. Отже, коли рослини та інші живі організми, оброблені пестицидами, споживаються тваринами, отруйні речовини акумулюються і досягають високих концентрацій в їх організмі. У міру того, як великі тварини поїдають дрібніших, ці речовини виявляються на більш високому рівні трофічного ланцюга. Це відбувається як на суші, так і у водоймах.

Хімікати, розчинені в дощовій воді і поглинені частинками ґрунту, в результаті їх вимивання потрапляють у ґрунтові води, а потім - у річки, де починають накопичуватися в рибах і дрібніших водних організмах. Хоча деякі живі організми і пристосувалися до цих шкідливих речовин, були випадки масової загибелі окремих видів, ймовірно, через отруєння сільськогосподарськими отрутохімікатами. Наприклад, інсектициди ротеноном і ДДТ та пестициди 2,4-D та ін. завдали сильного удару по іхтіофауні. Навіть якщо концентрація отруйних хімікатів не смертельна, ці

речовини можуть привести до загибелі тварин або інших згубних наслідків на наступному ступені трофічного ланцюга. Наприклад, чайки гинули після вживання в їжу великої кількості риби, що містила високі концентрації ДДТ, а деякі інші види птахів, що харчуються рибою, в тому числі білоголовий орлан і пелікан, опинилися під загрозою вимирання внаслідок зниження відтворення. Через пестициди, що потрапили в їх організм, яєчна шкаралупа стає настільки тонкою і тендітною, що яйця б'ються, а зародки пташенят гинуть.

*Радіоактивне забруднення води.* Радіоактивні ізотопи, або радіонукліди (радіоактивні форми хімічних елементів), також акумулюються всередині харчових ланцюгів, так як є стійкими за своєю природою. У процесі радіоактивного розпаду ядра атомів радіоізоотопів випускають елементарні частинки і електромагнітне випромінювання. Цей процес починається одночасно з формуванням радіоактивного хімічного елементу і продовжується доти, поки всі його атоми не трансформуються під впливом радіації в атоми інших елементів. Кожен радіоізоотоп характеризується певним періодом напіврозпаду - часом, протягом якого число атомів в будь-якому його зразку зменшується вдвічі. Оскільки період напіврозпаду багатьох радіоактивних ізотопів дуже значний (наприклад, мільйони років), їх постійне випромінювання може зрештою призвести до жахливих наслідків для живих організмів, що населяють водойми, в які скидаються рідкі радіоактивні відходи.

Відомо, що радіація руйнує тканини рослин і тварин, призводить до генетичних мутацій, безпліддя, а при достатньо високих дозах - до загибелі. Механізм впливу радіації на живі організми досі остаточно не з'ясований, відсутні і ефективні способи пом'якшення або запобігання негативним наслідкам. Але відомо, що радіація накопичується, тобто повторюване опромінення малими дозами може в кінцевому рахунку діяти так само, як і однократне сильне опромінення.

*Вплив токсичних металів.* Такі токсичні метали, як ртуть, миш'як, кадмій і свинець, теж мають кумулятивний ефект. Результат їх накопичення невеликими дозами може бути таким же, як і при отриманні одноразової великої дози. Ртуть, що міститься в промислових стоках, осідає в донних мулистих відкладах в річках і озерах. Анаеробні бактерії, що мешкають в мулах, переробляють її на отруйні форми (наприклад, метилртуть), які можуть призводити до серйозних уражень нервової системи і мозку тварин і людини, а також викликати генетичні мутації. Метилртуть - летюча речовина, що виділяється з донних осадів, а потім разом з водою потрапляє в організм риби і накопичується в її тканинах. Незважаючи на те що риби не гинуть, людина, котра з'їла таку заражену рибу, може отруїтися і навіть померти.

Іншою добре відомою отрутою, що надходять в розчиненому вигляді в водотоки, є миш'як. Він був виявлений в малих, але цілком вимірних кількостях в миючих засобах, що містять водорозчинні ферменти і фосфати, і барвниках, призначених для фарбування косметичних серветок і туалетного паперу. З промисловими стоками у акваторії потрапляють також свинець (використовуваний у виробництві металевих виробів, акумуляторних батарей, фарб, скла, бензину та інсектицидів) та кадмій (який використовується головним чином у виробництві акумуляторних батарей).

*Інші неорганічні забруднювачі.* У водоприймальних басейнах деякі метали, наприклад залізо і марганець, окислюються або в результаті хімічних або біологічних (під впливом бактерій) процесів. Так, наприклад, утворюється іржа на поверхні заліза та його сполук. Розчинні форми цих металів існують в різних типах стічних вод: вони були виявлені у водах, які просочилися із шахт і зі звалищ металобрухту, а також з природних боліт. Солі цих металів, що окислюються у воді, стають менш розчинними і утворюють тверді забарвлені опади, що випадають з розчинів. Тому вода набуває кольору і стає каламутною. Так, стоки залізородних шахт і звалищ

металобрухту забарвлені в рудий або оранжево-коричневий колір через присутність оксидів заліза (іржі).

Такі неорганічні забруднювачі, як хлорид і сульфат натрію, хлорид кальцію та ін. (тобто солі, що утворюються при нейтралізації кислотних або лужних промислових стоків), не можуть бути перероблені біологічним чи хімічним шляхом. Хоча самі ці речовини не трансформуються, вони впливають на якість вод, у які скидаються стоки. У багатьох випадках небажано використовувати "жорстку" воду з високим вмістом солей, так як вони утворюють осад на стінках труб і казанів.

Такі неорганічні речовини, як цинк і мідь, поглинаються мулистим донним осадом водотоків, а потім разом з цими тонкими частинками транспортується течією. Їх токсична дія сильніша в кислому середовищі, ніж в нейтральному або лужному. У кислих стічних водах вугільних шахт цинк, мідь і алюміній досягають концентрацій, смертельних для водних організмів. Деякі забруднювачі, будучи окремо не особливо токсичними, при взаємодії перетворюються на отруйні сполуки (наприклад, мідь у присутності кадмію).

*Кислотні опади.* Дощ, сніг або дощ зі снігом, що мають підвищену кислотність. Кислотні опади виникають головним чином через викиди оксидів сірки і азоту в атмосферу при спалюванні викопного палива (вугілля, нафти і природного газу). Розчиняючись в атмосферній волозі, ці оксиди утворюють слабкі розчини сірчаної та азотної кислот і випадають у вигляді кислотних дощів.

Відносна кислотність розчину виражається індексом рН (кислотність визначається наявністю вільних іонів водню  $H^+$ , рН - це показник концентрації іонів водню). При рН = 1 розчин представляє собою сильну кислоту (як електроліт в акумуляторній батареї); рН = 7 означає нейтральну реакцію (чиста вода), а рН = 14 - це сильний луг. Оскільки рН вимірюється в логарифмічній шкалі, водне середовище з рН = 4 в десять разів більш кисле, ніж середовище з рН = 5, і в сто разів більш кисле, ніж середовище з рН = 6.

Звичайна незабруднена дощова вода має рН = 5,65. Кислотними називаються дощі з рН менше 5,65.

Кислотні дощі можуть також випадати при надходженні в атмосферу сірчаної кислоти та азотовмісних газів (діоксиду азоту NO<sub>2</sub> і аміаку NH<sub>3</sub>) від природних джерел (наприклад, при наявній вулканічній діяльності).

Наслідки. Різні природні обстановки різним чином реагують на підвищення кислотності. Кислотні опади можуть призвести до зміни хімічних властивостей ґрунту і води. Там, де вода в річках і озерах стала досить кислою (рН < 5) зникає риба. При порушенні трофічних ланцюгів скорочується число видів водних тварин, водоростей і бактерій. У містах кислотні опади прискорюють процеси руйнування споруд з мармуру і бетону, пам'ятників і скульптур.

### **3. Аналіз літературних джерел за тематикою дослідження.**

Методологічні основи економіко-екологічної оцінки взаємодії суспільства і природи, у т. ч. і для території України, досліджувалися цілою низкою вчених [31-38 та ін.]. Особлива увага в цих дослідженнях завжди відводилася аналізу і оцінки земельних і прісноводних ресурсів – базовим природним факторам, що визначають як рівень розвитку виробничої сфери, так і соціальну складову життя населення регіону.

Поняття ризику багатопланове, тому в науковій літературі вживаються різного походи в залежно від сфери застосування і стадій аналізу небезпеки. Складно виявити й описати всі типи ризиків, які існують у природі та антропогенній діяльності, проте можна побудувати загальну структуру ризиків, у рамках якої треба діяти для вирішення конкретного завдання. В цілому, з урахуванням наявної значної розбіжності в уявленнях про зміст поняття «екологічний ризик», можна зазначити, що ризик – це ймовірність шкоди, яка може бути нанесена соціоекологічній систем чи її складовій і віднесено це поняття повинно бути до об'єкта дії.



Концепція оцінки екологічного ризику включає два елементи: Risk Assesment, або оцінку ризику, і Risk Management, або управління ризиком. Оцінкою ризику називається науковий аналіз походження, виявлення та визначення рівня небезпеки ризику в даній конкретній ситуації. Поняття «екологічний ризик» відноситься до джерел небезпеки, загрозливим конкретної екологічній системі або процесу, який в ній протікає. Екологічні показники збитку – це руйнування біот, шкідливе, можливо, навіть незворотний вплив на екологічні системи, погіршення стану навколишнього середовища, яке пов'язане збільшенням її забрудненості, почастищення виникнення різних специфічних захворювань, загибель великих природних об'єктів, наприклад, озер, морів, річок, лісів і так далі.

Значний внесок у дослідження теоретичних і методичних засад оптимізації ресурсно-екологічної безпеки регіону зробили такі вчені як: Степаненко С.М., Польовий А.М., Буркинський Б. В., Купінець Л. Є., Харічков С. К., Хвесик М. А., Волошин В. В. та інші [35-41].

Водноресурсний і земельний потенціали будь-якого регіону є природною основою його економічного розвитку і соціально-екологічного благополуччя. Разом з тим, сучасна ступінь освоєння і господарське навантаження для переважної частини території України вже досягли таких рівнів, які в більшості випадків перевищують її здатність до самовідновлення.

Серед основних напрямків вирішення даної проблеми, виявлених в ресурсах світової та вітчизняної наукової періодики, можуть бути виділені:

- розвиток концептуальних основ економіко-екологічної оцінки природноресурсного потенціалу з точки зору безпечного та сталого розвитку регіону [10, 42, 43];

- визначення індикаторів екологічної безпеки, як характеристики рівня захищеності від негативного впливу з урахуванням досягнення цілей соціо-економіко-екологічної системи [37, 45-47];

- особливу увагу аспектам теорії регіонального безпечного та сталого

розвитку в своїх наукових дослідженнях звертали Іванюта С. П., Малік М. Й., Харламова Е. В., Ригас Т.В. та інші [48-51];

– на думку Козулі Т. В. та Ємельянової Д. І. [52] одним з найбільш важливих показників в теорії оцінки екологічного ризику є ймовірність шкідливих чинників та ймовірність наслідків подій та зв'язаних з ними рівнями збитків. Причому шкідливі фактори розподіляються за рівнем впливу на відповідний чинник економіко-екологічної системи з урахуванням ймовірності прояву;

– на даний час в практиці оцінки екологічних ризиків найбільшого поширення набули різні методи статистичного аналізу, що на думку Sornette D., Maillart T., Kroger W. [53] не завжди прийнятно. В першу чергу, дані висновки відносяться до визначення ризиків технологічного походження. Це особливо зрозуміло, коли мова йде про нові технології. У цьому випадку пропонується використовувати апарат ймовірнісного аналізу безпеки, заснований на моделюванні небезпек і сценарному підході [54];

– у таких наукових роботах як: «Економічний вектор стратегії сталого розвитку» та «Фундаментальные аспекты управления экологической безопасностью в техногенно нагруженном регионе» [35, 50], досліджуються можливості виникнення екологічних ризиків в умовах безаварійних ситуацій, які можуть привести до відповідної шкоди екосистемі. Зазначені дослідження займають особливе місце в системі економіко-екологічного управління, оскільки аналізують ситуації, пов'язані не тільки з надмірними викидами забруднюючих речовин, які спричиняють негайну реакцію екосистеми, а й враховують уповільнену небезпеку;

– до основних недоліків традиційного підходу (Ecological Risk Assessment – ERA) в «Regional-scale risk assessment methodology using the Relative Risk Model (RRM) for surface freshwater aquatic ecosystems in South Africa» [55] відносять переважну адресацію оцінки ризику до одного або невеликого числа агентів впливу на обмежене число об'єктів впливу. Авторами O'Brien G., Wepener V., Sprenger J. [55, 57] запропонований підхід

оцінки екологічного ризику регіонального масштабу, орієнтований на великі території зі значним числом джерел впливу і множинними об'єктами впливу. Основна відмінність запропонованого підходу полягає в побудові узагальненої карти регіону з урахуванням характеристик біоресурсів і інтересів освоєння регіону різними техногенними системами з подальшим виділенням однорідних зон і побудовою концептуальної моделі;

– в роботах «Екологічна безпека і ризик: деякі понятійно-категоріальні уточнення» та «Поняття і сутність екологічної безпеки. Правове регулювання екологічної безпеки в Україні» [10,56] наведені дослідження понятійно-категоріальних визначень екологічної безпеки і ризику. При чому зазначається, що серед багатьох причин екологічної небезпеки вагомою є невідповідність науково-теоретичної бази екології практичним задачам [9]. Зокрема в роботах «Improvement of Risk Assessment in View of the Needs of Risk Managers and Policy Makers», «Handling of Uncertainty a Survey» та «Priority water research questions as determined by UK practitioners and policy makers» [58-60] поряд з економічними і фінансовими аспектами вирішення розглянутих проблем на провідні позиції виносяться питання вирішення інституційних питань, а також вирішення проблем екологічної політики різного рівня.

Альтернативний варіант запропонований в роботах «Інституційні аспекти адміністрування сфери природокористування України», «Влияние рисков на инвестиционную привлекательность водохозяйственной деятельности в Причерноморском регионе Украины» та «Methodological approaches in development of value estimation of costs of freshwater resources of the water basin by the objects of nature use» [62-63], який передбачає, що основна увага в рішенні поставленого завдання повинна бути звернена на природоохоронну діяльність у водних басейнах, розвиток сучасних маловідходних і ресурсозберігаючих технологій. У наукових працях авторів Буркинського Б. В., Купінець Л. Є., Харічкового С. К., Ковальова В. Г.,

Сербова М. Г. [35,64] особлива роль відводиться інвестуванням в природоохоронну діяльність водних басейнів України.

Незважаючи на значний обсяг існуючих досліджень в області оцінки екологічних ризиків, залишаються питання для наукового пошуку спрямованого на формування нових комплексних підходів до забезпечення регіональної ресурсно-екологічної безпеки.

В області екології оцінка ризиків істотно обмежена відсутністю необхідних обсягів знань щодо впливу на об'єкти ризику в частині оцінки наслідків. Що зумовлює необхідність забезпечення системного підходу до збору даних (моніторингу) і розробці якісних моделей оцінювання безпеки функціонування регіональних екологічних систем. Такий підхід вкрай важливий, оскільки основна мета оцінювання ризиків полягає в трансляванні складної і специфічної наукової інформації особам, які повинні приймати ефективні управлінські рішення.

Аналіз закордонного досвіду [4,8,13,16,20-24,26] свідчить, що запобігання надзвичайним ситуаціям у промислово розвинених країнах світу здійснюється на підставі результатів аналізу та оцінки ризиків. Всебічна оцінка ризику щодо можливості виникнення аварій ґрунтується на результатах причинно-наслідкового аналізу (відмови технічних пристроїв, помилки персоналу, зовнішні впливи), який дає змогу визначити джерела виникнення аварій та умови їх розвитку. Типовими причинами техногенних аварій є такі: помилки виробничого персоналу, відмова техніки або несприятливий зовнішній вплив, поява небезпечного чинника (поток енергії або речовини) в несподіваному місці, відсутність або несправність передбачених для таких випадків засобів захисту і (або) неправильні дії людей у такій ситуації, поширення і вплив небезпечних вражаючих чинників на людей і навколишнє середовище, заподіяння збитку людським, матеріальним і природним ресурсам.

Наприклад, найбільша аварійна небезпека нафтобаз виникає у зв'язку з тим, що процесам зливання, наливання, зберігання, відпускання і

перекачування піддаються великі кількості легкозаймистих і горючих рідин. На порівняно невеликих площах концентрується велика кількість резервуарів зі значними запасами легкозаймистих і горючих рідин. Порушення технологічних процесів виробництва, недотримання правил експлуатації устаткування і правил пожежної безпеки, негативні природні явища можуть призвести до розливів нафтопродуктів, пожеж і вибухів у резервуарних парках, на зливально-наливних пристроях і насосних станціях. Крім того, над дзеркалом рідини у повітряному просторі резервуара в стані зберігання нафтопродуктів, а також під час наповнення і випорожнення резервуарів завжди є ймовірність утворення суміші пари нафтопродуктів з повітрям, що за певних концентрацій може вибухнути.

Основними чинниками, що збільшують аварійність і травматизм, є недостатні навички дій працівників у нестандартних ситуаціях, їх вміння правильно оцінювати інформацію, недостатня технологічна дисциплінованість, невисока надійність та ергономічність устаткування, іноді їх комбінації. Крім того, можливі висока напруженість праці і (або) несприятливі умови робочого середовища.

Кількісна оцінка ризику визначається з урахуванням причинно-наслідкових зв'язків між подіями. Щоб підкреслити, що йдеться про “вимірювану” величину, використовують поняття “ступінь ризику” або “рівень ризику”. Один і той самий ризик може бути обумовлений або високою ймовірністю відмови з незначними наслідками, або обмеженою ймовірністю відмови з високим рівнем збитку (наприклад, відмова системи на АЕС). У випадках, коли виникає надзвичайна ситуація (аварія), як правило є певні втрати (людські жертви, матеріальні збитки, руйнування споруд тощо). При цьому кажуть, що негативна подія відбулася і ризик практично реалізувався.

Ступінь ризику аварійна на небезпечному виробничому об'єкті, експлуатація якого пов'язана з багатьма загрозами виникнення аварій, визначається на основі кількісної оцінки відповідних показників ризику.

Процедура оцінювання показників ризику ґрунтується на використанні комплексу моделей і включає такі етапи: системний аналіз безпеки, який дає змогу виявити основні джерела аварій, аналіз надійності основного технологічного устаткування (оцінювання ймовірності відмови устаткування); аналіз надійності системи проти аварійного захисту; аналіз ймовірності виникнення небезпечного чинника аварії; аналіз сценаріїв розвитку аварії; оцінювання ймовірності виникнення аварії; оцінювання можливих наслідків аварії; розрахунок значень показників ризику; вироблення рекомендацій щодо управління ризиком.

#### **4. Результати оцінки екологічних ризиків в регіоні українського Придунав'я**

Суть сучасної екологічної кризи в Україні полягає в тому, що людська діяльність, яка сформувалася внаслідок переважно екстенсивного розвитку економіки, вимагає все більшої кількості природних ресурсів високої якості [39,42]. За оцінками цілого ряду зарубіжних вчених щорічні економічні втрати України внаслідок нераціонального природокористування і забруднення навколишнього середовища становлять близько 15-20% її національного доходу [31].

Для забезпечення оптимальної стратегії сталого розвитку всіх складових водного басейну велике значення має обґрунтована імовірнісна оцінка, як виникнення ризиків різної природи, так і їх кількісного впливу на фактори стійкого розвитку еколого-економічних систем.

##### *4.1. Комплексна оцінка екологічного стану ґрунтів.*

Комплексна оцінка екологічного стану ґрунтів. Придунайського регіону України та визначення ризиків їх забруднення проведена за методикою [68]. Основний принцип вибору параметрів стану із великої сукупності характеристик ґрунту – концентрація уваги на тих властивостях ґрунту, які

найбільшою мірою чутливі до змін під впливом антропогенних чинників, тобто можуть служити інтегральними показниками цих змін.

Даний метод дозволяє визначити допустимий антропогенний тиск з метою збереження рівноваги природного середовища з забезпеченням відтворення основних її компонентів, а також приймати необхідні цільові управлінські рішення щодо пом'якшення негативного впливу та пріоритетності впровадження природоохоронних заходів.

Показники, що використовуються для оцінки стану земельних ресурсів, визначають структуру угідь та покриву, екологічну стійкість, родючість, продуктивність та бальну оцінку (бонітет) відповідного виду земельних ресурсів.

Оцінка ризиків забруднення ґрунтів в регіоні проводилась з врахуванням [69-71,73]:

1. Стану земель сільськогосподарського призначення з визначенням показників структури угідь та ґрунтового покриву, екологічної стійкості земельних ресурсів, вмістом гумусу та основних елементів живлення рослин, урожайністю основних сільгоспкультур, ступенем еродованості та засоленості, а також бальною оцінкою земель.

2. Оцінки стану земель лісового фонду за допомогою показників структури лісових земель, лісистості, бонітетів лісів, повноти насаджень, запасів головних лісоутворюючих порід, середнього приросту деревини.

3. Екологічного стану земель природно-заповідного фонду (ПЗФ) – за показниками структури земель ПЗФ, кількістю та розміщенням об'єктів ПЗФ за територіальними таксонами та відсотком земель ПЗФ в структурі земельних ресурсів відповідного територіального таксона [74].

Інтегральна оцінка якісного стану ґрунтів оцінюється за допомогою класифікаційних таблиць [64,68] за формулами (1)–(9). Інтегральний показник загального стану земельних ресурсів ( $I_{z\_st}$ ) визначається як середнє балів показників стану земель:

$$I_{z\_st} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k Z_i, \quad (1)$$

де  $Z_i$  - бал  $i$ -го показника;  $k$  - кількість показників, що враховуються під проведення розрахунків.

На основі оцінки забруднення земельних ресурсів за кожним індикаторним показником в залежності від отриманих результатів, кожному такому показникові присвоюється відповідний бал (І): 1 (благополучний), 2 (задовільний), 3 (посередній), 4 (важкий), 5 (дуже важкий). Інтегральний показник забруднення земельних ресурсів розраховується за формулою

$$I_{zab} = \max(I_1, I_2, \frac{1}{4} \sum_{i=3}^6 I_i, \frac{1}{3} \sum_{i=8}^{10} I_i, I_7), \quad (2)$$

де  $I_i$  – бальна оцінка  $i$ -го показника [77,80].

Стійкість ґрунтів до забруднення визначає здатність зазначеного природного ресурсу до саморегуляції та характеризує властивість ґрунтів зберігати нормальне функціонування і структуру незалежно від різноманітних впливів (фізичних, хімічних, біологічних, природних або антропогенних). Стійкість ґрунтів до забруднення залежить від багатьох чинників, головним з яких є крутизна схилів, кам'янистість, питомий опір, структурність, механічний склад ґрунту, тип водного режиму, вміст гумусу тощо [76,78].

В залежності від значення чинника (показника) на території, що досліджується (територіальному таксоні), визначається його бальна оцінка. На заключному етапі оцінювання розраховується комплексна екологічна оцінка стійкості ґрунтів (%) за формулою

$$C = \frac{100}{Q} \sum_{j=1}^N C_j, \quad (3)$$



де  $C_j$  – бал за  $j$ -тим показником оцінювання;  $N$  – кількість показників розрахункової схеми, за якими проводиться оцінювання;  $Q$  – максимально можлива сума балів за показниками, за якими проводиться розрахунок ( $Q=4N$ ) відповідно до показників [35,75,76].

При оцінці забруднення земельних ресурсів розробниками методики [69] рекомендується враховувати обсяги утворення та накопичення промислових та твердих побутових відходів. Полігони захоронення промислових та твердих побутових відходів включаються до складу деградованих земель.

В якості індикаторного показника оцінки обігу промислових відходів та їх накопичення пропонується використовувати показник зведеної щільності утворення (накопичення) промислових відходів (т/км<sup>2</sup> за рік) який розраховується за формулою

$$Z_w = \frac{P_{зв}}{S}, \quad (4)$$

де  $P_{зв}$  – комплексний показник загального утворення (накопичення) відходів, т/рік;  $S$  – площа відповідного територіального таксона, км<sup>2</sup>.

В свою чергу  $P_{зв}$  обчислюється як

$$P_{зв} = 5000M_1 + 500M_2 + 50M_3 + M_{4я}, \quad (5)$$

де  $M_k$  – кількість утворених (накопичених) промислових відходів  $k$ -го класу небезпеки ( $k=1, \dots, 4$ ), т/рік.

Полігони захоронення твердих побутових відходів характеризуються своєю площею (га).

Головними показниками ступеня екологічного неблагополуччя земельних ресурсів є критерії фізичної деградації, радіаційного, хімічного та біологічного їх забруднення.

#### 4.2. Оцінка індикаторних показників екологічного стану ґрунтів Придунав'я

Індикаторними показниками екологічного стану ґрунтів в [44,67] являються: площа земель, що виведені із сільськогосподарського обігу внаслідок їх деградації, перекриття гумусного горизонту абіотичними наносами, збільшення щільності ґрунтів, перевищення рівня ґрунтових вод, втрати гумусу за останні 10 років, збільшення вмісту легкорозчинних солей, збільшення частки обмінного натрію, зниження рівня активної мікробної маси, перевищення ГДК хімічних речовин, частка забрудненої сільськогосподарської продукції, зниження середньої врожайності [48,81]. Кратність перевищення ГДК забруднюючих речовин у ґрунті передусім рекомендовано оцінювати за рухомими формами цих речовин.

У зв'язку з відсутністю для деяких забруднюючих речовин затверджених ГДК [79,82], рекомендується використовувати відношення вмісту забруднюючих речовин у рідкій фазі ґрунту (ґрунтовому розчині) до відповідної величини ГДК для природних вод. Інтегральний показник екологічного стану ґрунтів визначається за максимальною бальною оцінкою найгіршого індикаторного показника

$$I_{Gr\_st} = \max(I_1, I_2, \dots, I_k), \quad (6)$$

$I_j$  – бальна оцінка  $j$  – го показника таблиці;  $k$  – кількість показників, що враховується у розрахунковій схемі.

З урахуванням визначеного підходу комплексної оцінки якісного стану земель регіональна оцінка екологічного ризику при сучасному стані  $i$ -го компоненту навколишнього середовища може бути визначена за формулою [47]

$$P_i^c = f_i(K_i^c, H_i^c), \quad (7)$$

де  $P_i^c$  – ймовірність порушення стійкості при сучасному стані  $i$ -тих компонентів екосистеми;  $K_i^c$  - сучасний стан  $i$ -го компоненту навколишнього

середовища;  $H_i^c$  – сучасний рівень антропогенного навантаження від впливу негативних чинників на  $i$ -тий компонент навколишнього середовища.

Екологічний ризик для ґрунтів може бути визначений за наступною формулою

$$P_s^c = f(S_d \langle d = \overline{1, N_s} \rangle, H_{SI} \langle l = \overline{1, N_{HS}} \rangle), \quad (8)$$

де  $S_d$  – сучасний стан ґрунтів;  $H_{SI}$  – інтегральна оцінка сучасного рівня антропогенного навантаження від впливу негативних чинників на ґрунти за  $d$ -тим показником.

Досягнення критичного стану ( $K_i^K$ )  $i$ -го компонента навколишнього середовища, при якому відбувається розвиток деградаційних процесів та порушення стійкості екосистеми, може відбутися за декількома сценаріями. По-перше, коли сучасний стан екосистеми знаходиться поблизу критичного, тоді навіть невелике антропогенне навантаження ( $H_i$ ) може призвести до інтенсивного розвитку деградаційних процесів, по-друге, коли антропогенне навантаження перевищує допустимі обсяги [50].

Для більш детальної оцінки екологічного ризику необхідно врахувати здатність регіональної екосистеми до самовідновлення, віддаленість екосистем від джерела впливу, тривалість впливу чинників антропогенного навантаження тощо. Тоді ризик порушення стійкості  $i$ -го компоненту екосистеми повинен бути виражений функцією виду [69]:

$$P_i = f(r, K_i^K, H_i, L, t), \quad (9)$$

де  $K_i^K$  - критичний стан  $i$ -го компоненту навколишнього середовища;  $r$  – віддаленість екосистем від джерел впливу;  $t$  – час, за який екосистема досягне критичного стану;  $L$  – здатність екосистеми до самовідновлення від негативного ефекту антропогенного навантаження  $H_i$ .

Серед європейських країн України займає перше місце (після європейської частини Росії) по території (60,4 млн. га) і входить до дванадцяти найбільших країн світу (по площі рилі – дев'ята). Територія України характеризується дуже високим рівнем сільськогосподарського

освоєння і розорення земель. Сільськогосподарські угіддя на сьогодні займають площу близько 46,6 млн. га, що становить більше 77% всієї території країни. В структурі сільськогосподарських угідь орні землі складають 73,8%, розораність території становить – 57,0% [78]. Наприклад, розораність території таких країн як Франція, Болгарія, Великобританія, Нідерланди, США та Китай становить лише, відповідно, 34, 34, 28, 25, 20 та 10% [10,37,49].

В структурі земельних ресурсів Одеської області, як і в цілому по Україні, домінують землі сільськогосподарського призначення, які становлять близько 80% загальної території області. Причому такий показник є типовим для окремих районів Одещини, яка територіально повністю знаходиться в степній і лісостепній ландшафтних зонах.

В табл. 4.1 наведені показники освоєння і розораності Придунайського регіону в розрізі Одеської області [77], які становлять в середньому 66,2% рівня освоєння сільськогосподарських угідь та 87% розораності території при загальнообласних показниках, відповідно, 77,8% та 80,0%. Причому два райони Придніав'я входять до територій Одеської області з найменшими показниками освоєння сільськогосподарських угідь (Кілійський і Ренійський райони, відповідно, 54,4% та 48,4%), за характеристиками розораності території Кілійський і Татарбунарський райони – лідерами з показником 91%.

Результати оцінки загального стану земельних ресурсів Придунайських районів Одеської області з урахуванням визначеної розрахункової схеми інтегральної оцінки якісного стану ґрунтів наведені в табл. 4.2. Під час визначення окремих показників стану земельних ресурсів, у т.ч. з урахуванням техногенного впливу, оцінки стійкості ґрунтів до забруднення були використані матеріали не тільки екологічного моніторингу ґрунтів, що проводився протягом 2016 року в межах виконання співробітниками Одеського державного екологічного університету окремих етапів науково-

дослідної роботи, але й статистичного узагальнені цілої низки матеріали спостережень розміщені в [65,61,68,72,75,77-79,81 та ін.].

Таблиця 4.1

Рівні освоєння сільськогосподарських угідь та розораність  
Придунайських районах Одеської області

Територіально-адміністративна одиниця	Загальна площа угідь, тис. га	Рівень освоєння угідь, %	Коефіцієнт розораності
Арцизький район	137,9	88,3	0,81
Ізмаїльський район	119,4	74,7	0,89
Кілійський район	135,9	54,4	0,91
Ренійський район	86,1	48,3	0,82
Татарбунарський район	174,8	65,3	0,91
В середньому по регіону		66,2	0,87
В цілому по Одеській області	3331,3	77,8	0,80

Інтегральний показник оцінки стану земельних ресурсів  $I_{z\_st}$  в межах Придунайського регіону України змінюється від 3,0 до 3,16 та відповідає II групі об'єктів ( $3,0 \leq I_{z\_st} < 3,3$ ), в якій стан земельних ресурсів оцінюється як “незадовільний”.

Таблиця 4.2

Загальна оцінка стану земельних ресурсів Придунайських районів Одеської області

Адміністративно-територіальна одиниця	Показники екологічного стану						Інтегральний показник стану	Група за інтег- ральним показн- иком $I_{z\_st}$
	Розораність	Вміст гумусу	Екологічна стійкість	Лісистість	Еродованість	Заповідність		
Арцизький район	3	3	3	2	4	4	3,16	II
Кілійський район	4	3	3	2	4	2	3,0	II
Ізмаїльський район	4	3	2	2	4	4	3,0	II
Ренійський район	3	3	3	2	4	4	3,16	II
Татарбунарський район	4	3	3	2	4	2	3,0	II
Одеська область в цілому	3	3	2	3	4	4	3,16	II

З екологічної точки зору земельні ресурси Придунайського регіону Одеської області слід розглядати рекультивовані агроландшафти, які експлуатуються вже не одне сторіччя. В цілому сучасний стан використання земельних ресурсів регіону не відповідає вимогам раціонального природокористування, в першу чергу, за рахунок порушення співвідношення площі ріллі, природних кормових угідь, що негативно впливає на стійкість агроландшафту. Сільськогосподарське освоєння земель перевищує екологічно допустиму, і протягом останні роки воно тільки зростає. Головною проблемою погіршення стану земельних ресурсів не тільки Придунайського регіону, але й Одеської області в цілому залишається деградація ґрунтів, в першу чергу, розвиток ерозійних процесів та фізична деградація ґрунтів. За експертною оцінкою фізична деградація ґрунтів проявляється, в першу чергу, у переущільненні поширена майже на 38,4% площі ріллі Одеської області, а загальна площа деградованих земель досягає 98 тис. га [38,66,75,79]. Ерозія, як фактор деградації ґрунтового покриву та екологічної небезпеки оцінюється насамперед інтенсивністю змиву та об'ємах переміщення ґрунтового субстрату і становить від 10-15 до 20-25 т/га [79,80]. За останні роки однією з причин погіршення екологічного стану земель в регіоні є підтоплення території та зсуви ґрунтів, які активізувалися в останні роки. Підтоплення спостерігається у всіх районах області, загальна площа підтоплення протягом 2014-2016 років досягла 20,6 тис. га, а загальне ураження території за даними [79] досягає майже 62% території.

Екологічні проблеми забруднення ґрунтів, що найбільш гостро висвітлюються в Одеській області в цілому та на території Придунайських районів в цілому характерні для більшості регіонів України, де зростаюче антропогенне навантаження, деградація та забруднення ґрунтів обумовлюють велику кількість гострих екологічних проблем.

Слід зазначити, що стан земельних ресурсів більше 70% території України знаходиться в діапазоні інтегрального показника  $I_{z-st} > 3,0$ , що відповідає якісній експертній оцінці стану земельних ресурсів як "стан

незадовільний” – “стан важкий”. Тільки для семи областей Західної України (Закарпатська, Івано-Франківська, Чернівецька, Львівська, Волинська, Рівненська, Житомирська) та двох областей Північної України (Чернігівська, Сумська), площа яких становить близько 25% загальної площі країни, кількісне значення інтегрального показнику  $I_{z\_st}$  стану земельних дорівнює величинам менше 3,0 та стан земельних ресурсів зазначених регіонів може бути визначений як “задовільний”.

#### *4.3. Оцінка ризику порушення стійкості екосистем ґрунтів*

Оцінка ризику порушення стійкості екосистем з використанням наведеної розрахункової схеми за даними класифікаційних таблиць [38]. Для 3-х районів Придунайського регіону (табл. 4.3) розрахунки показують мінімальний рівень ризику порушення стійкості екологічної системи ґрунтів (Арцизький, Кілійський і Татарбунарський райони, показник  $P_{z\_st} \approx 0,20$ ), для двох районів регіону (Ізмаїльського і Ренійського) критерій рівня ризику порушення стійкості екосистеми ґрунтів оцінюється як “підвищений” ( $P_{z\_st} \approx 0,25$ ).

Необхідно підкреслити, що при проведенні розрахунків, пов'язаних з оцінкою ризику стійкості екологічної системи ґрунтів Придунайських районів Одеської області в зв'язку з відсутністю прямих вимірювань (спостережень) значного числа показників кваліфікаційних таблиць, представлених в [69] особливо їх сучасних характеристик просторово-часового розподілу, були використані різні експертні оцінки і непрямі узагальнені дані, представлені в статистичних збірниках. У зв'язку з чим представлені результати оцінки ризику порушення стійкості екосистеми ґрунтів можна вважати виключно попередніми висновками, які вимагають проведення більш детального моніторингу та збору необхідних даних сучасного стану екосистем ґрунтів на території українського Придунав'я.

Оцінка ризику порушення стійкості екосистеми ґрунтів Придунайських районів Одеської області

Адміністративно-територіальна одиниця регіону (район)	Оцінка стану екосистеми ґрунтів за окремими показниками				Значення рівня екологічного ризику
	оцінка стану земельних ресурсів	оцінка екологічного стану земель, обумовлена техногенних впливом	критерій оцінки стійкості екосистеми ґрунтів до забруднення	критерій загальної оцінки екологічного стану ґрунтів	
Арцизький	задовільний	посередній	Б3 “стійкий”	задовільний	≈ 0,20 “мінімальний”
Ізмаїльський	посередній	посередній	Б2 “середньо стійкий”	посередній	≈ 0,25
Кілійський	задовільний	посередній	Б2 “середньо стійкий”	задовільний	≈ 0,20
Ренійський	задовільний	посередній	Б2 “середньо стійкий”	задовільний	≈ 0,25
Татарбунарський	задовільний	посередній	Б3 “стійкий”	задовільний	≈ 0,20



4.4. Оцінка екологічного ризику при поводженні з непридатними хімічних засобами захисту рослин.

В табл. 4.4 наведена інформація про стан зберігання заборонених і непридатних до використання хімічних засобів захисту рослин в Ізмаїльському, Кілійському, Ренійському районах та в цілому по Одеській області станом на 1 січня 2016 року.

Таблиця 4.4

Стан поводження з непридатними пестицидами на території Придунайського регіону України станом на 01.01.2016 р. [79]

Назва району	Загальна кількість, тон	Кількість складів, од.	Стан складів			
			добрий	задовіл.	паспорт.	незадов.
Ізмаїльський район	7,0	1	–	1	–	–
Кілійський район	20,8	5	–	–	–	5
Ренійський район	–	–	–	–	–	–
Всього по області	1326,8	554	84	–	18	–

З даними наведеної табл. 4.4 видно, що всього на території регіону розташовані 6 складів з непридатними пестицидами, що становить лише 1,08% від загальної кількості даних об'єктів розташованих на території Одеської області, із загальним обсягом зберігання хімічних засобів в 27,8 т або 2,1% від загальних обсягів зберігання зазначеної категорії небезпечних хімічних речовин на складах області.

Звертає на себе увагу те, що жоден зі складів з непридатними пестицидами на території Ізмаїльського та Кілійського районів не паспортизований, а також те, що всі 5 складів зберігання хімічних речовин на території Кілійського району знаходяться у незадовільному стані.

Всього показники забруднення ґрунтів визначалися об'єктами зберігання непридатних хімічних засобів захисту рослин за наступним територіальним розташуванням:

1. с. Десантне (Кілійський район), в 0,55 км від населеного пункту.
2. с. Старі Трояни (Кілійський район), в 1,5 км від населеного пункту.
3. с. Новоселівка (Кілійський район), в 2,5 км від населеного пункту.
4. с. Шевченкове (Кілійський район), в 0,55 км від населеного пункту.
5. с. Василівка (Кілійський район), в 3,0 км від населеного пункту.
6. с. Утконосівка (Ізмаїльський район), в 3,0 км від населеного пункту.
7. с. Новокаланчак (Ізмаїльський район), в 0,3 км від населеного пункту.
8. с. Кринички (Ізмаїльський район), в 1,0 км від населеного пункту.
9. с. Кам'янське (Арцизький район), в 0,43 км від населеного пункту.
10. с. Острівне (Арцизький район), в 1,7 км від населеного пункту.
11. с. Задунаївка (Арцизький район), в 2,0 км від населеного пункту.
12. с. Главані (Арцизький район), в 0,7 км від населеного пункту.
13. територія між селами Делень та Новоселівка (Арцизький район), в 0,6 км від населених пунктів.

Оцінка забруднення ґрунтів проводилась по показникам 10-ти забруднювачів: кадмій, мідь, цинк, марганець, кобальт, залізо загальне, нікель миш'як, свинець, ртуть з наступних співставленням концентрацій забруднюючих речовин з встановленими нормативами ГДК [67,79], а також по 5-ти показникам визначення забруднення ґрунтів пестицидами: ДДТ, ДДЕ, ДДД,  $\gamma$ -ГХЦГ/ ліндан, гептахлор. Результати аналізу порівнювалися з вимогами ДсанПіН 8.8.1.2.3.4.-00-2001 “Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі. Води водоймищ, ґрунтів” [79].

Оцінка результатів аналізу забруднення ґрунтів в місцях розташування складів непридатних хімічних засобів захисту рослин проведена по даним

645 аналізів забруднення ґрунтів, у т.ч. – 215 по показникам забруднення пестицидами.

Всього за результатами проведених досліджень встановлено перевищення ГДК по таким забруднювачам:

- мідь у одній пробі (2,3% від загальної кількості проб, 1,67 ГДК);
- свинець у двох пробах (4,6% від загальної кількості проб, 1,05-1,20 ГДК);
- цинк у 4 пробах (9,3% від загальної кількості проб, 1,04-1,26 ГДК);
- ДДТ у 5 пробах (11,6% від загальної кількості проб, 1,5-39,0 ГДК);
- ДДЕ у 4 пробах (9,3% від загальної кількості проб, 1,01-22,0 ГДК);
- ДДД у одній пробі (2,3% від загальної кількості проб, 5,0 ГДК).

Найбільш небезпечна ситуація спостерігається в районах розташування складів зберігання непридатних хімічних засобів захисту рослин в біля:

- с. Шевченкове Кілійського району, де у всіх пробах ґрунтів визначено перевищення ГДК по цинку (в 1,05-1,26 рази), одній пробі по свинцю (в 1,20 рази), пестицидам ДДТ-ДДЕ в 1,8-2,2 рази;

- с. Задунаївка Арцизького району, де у 50% проб визначено перевищення показників ГДК по пестицидам: ДДТ в 2,1-32,0 рази; ДДЕ в 1,01-22,0 рази; ДДД в 5,0 разів.

#### *4.5. Оцінка стану ґрунтів на основі геохімічного моніторингу території*

Розрахунки екологічного стану ґрунтів з урахуванням проведення геохімічного моніторингу у місцях зберігання непридатних хімічних засобів захисту рослин показують:

1. В місцях розташування складів зберігання непридатних засобів хімічних засобів захисту рослин навколо населених пунктів с. Десантне, с. Старі Трояни Кілійського району, с. Утконосівка, с. Новокаланчак Ізмаїльського району загальний екологічний стан ґрунтів може бути визначений як “задовільний”, рівень екологічного ризику – “підвищений” ( $P_{z-st} = 0,25 - 0,30$ ).

2. В місцях розташування складів зберігання непридатних засобів хімічних засобів захисту рослин навколо населених пунктів с. Новоселівка, с. Василівка Кілійського району, с. Кирнички Ізмаїльського району, с. Островне, с. Главані, с. Кам'янське, на ділянці між селами Делень і Новоселівка Арцизького району загальний екологічний стан ґрунтів може бути визначений як “посередній”, рівень екологічного ризику – “значний” ( $P_{z-st} = 0,35 - 0,40$ ).

3. В місцях розташування складів зберігання непридатних засобів хімічних засобів захисту рослин навколо населених пунктів с. Шевченкове Кілійського району, с. Задунаївка Арцизького району загальний екологічний стан ґрунтів може бути визначений як “важкий”, рівень екологічного ризику – “високий” ( $P_{z-st} = 0,60 - 0,65$ ).

#### *4.6. Оцінка екологічного ризику забруднення донних відкладів.*

Оцінка забруднення донних відкладень в Придунайському регіоні проводилась на ділянці між м. Рені та гирловою частиною р. Дунай, а також в придунайських озерах. Моніторинг забруднення донних відкладень був проведений по даним аналізів 27 пунктів спостережень (відбору проб) [63]

Оцінка забруднення донних відкладень у водоймах Нижньодунайського регіону проводилась за переліком забруднюючих речовин аналогічних попередньому аналізу екологічного стану ґрунтів в місцях зберігання непридатних хімічних засобів захисту рослин.

Всього оцінка результатів забруднення ґрунтів (донних відкладень) проведена по даним 390 аналізів забруднення донних відкладень, у т.ч. – 130 по показникам забруднення пестицидами, з них проби відбору донних відкладень на різних ділянках річки Дунай та в Придунайських озерах (лиманах) розподілилися рівно 50% на 50%.

Всього за результатами проведених досліджень встановлено перевищення ГДК по таким забруднювачам:

- мідь у 13 пробах (3,3% від загальної кількості проб, причому у 12 випадках перевищення зареєстровано на різних ділянках Дунаю або 9,2% від загальної кількості проб в річці і тільки один випадок або 0,8% зареєстрований в озері Ялпуг в районі Болградського водозабору, перевищення ГДК становить 1,07-2,7 рази);

- цинк у двох пробах (1,5% від загальної кількості проб, перевищення ГДК становить 1,55—1,57 рази. В обох випадках перевищення ГДК по цинку зафіксоване в озері Ялпуг);

- марганець у 4 пробах на ділянці Дунаю (3,1% від загальної кількості проб, перевищення ГДК становить 1,15-1,70 рази);

- свинець у 3 випадках (2,3% від загальної кількості проб, перевищення в пробах становить 1,65-4,95 ГДК);

- нікель у 4 випадках (3,1% від загальної кількості проб, перевищення становить 1,25-1,40 ГДК).

Залишкова кількість перелічених пестицидів в досліджених пробах як у донних відкладеннях на ділянках Дунаю між м. Рені та гирловою частиною, так й у донних відкладеннях Придунайських озер (лиманів) в межах чутливості методу не встановлена. За даними показниками 100% зразків відповідають вимогам ДСанПін 8.8.1.2.3.4.-00-2001 “Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, води водоймищ, ґрунтів” [82].

Просторовий аналіз показників забруднення донних відкладень на українській ділянці річки Дунай показує, що найбільше забруднення спостерігається на транскордонній ділянці в районі м. Рені, де фіксується перевищення по свинцю (1,70-4,95 ГДК) та міді (2,3-2,7 ГДК). На ділянці річки в районі міста Ізмаїл показники якості донних відкладень в цілому відповідають показникам ГДК за міді, однак, забруднення донних ґрунтів цією речовиною зменшується до 1,25-1,50 ГДК.

На ділянці річки в районі міста Кілія знову спостерігається погіршення якісних показників донних відкладень: по міді до 2,7 ГДК, по нікелю до  $\approx 1,35$  ГДК, по марганцю до  $\approx 1,60$  ГДК.

На ділянці Дунаю 500 м. вище та 500 нижче міста Вилкове подовжується погіршення показників забруднення донних відкладень: по міді до  $\approx 3,05$  ГДК, по марганцю до 1,7 ГДК, по нікелю до  $\approx 1,40$  ГДК.

В гирловій частині Дунаю на ділянках Очаківського гирла, рукава Бистрий та Старостамбульського рукава спостерігається перевищення ГДК по забрудненню донних відкладень тільки по міді приблизно у 1,15-2,0 рази.

Проведений аналіз забруднення донних відкладень у Придунайських озерах (лиманах) показав, що в цілому вони відповідають встановленим вимогам щодо якості ґрунтів, перевищення ГДК спостерігається тільки у 4 випадках ( $\approx 3,0\%$  від загальної кількості проб) по трьом забруднюючим речовинам – свинцю (1,77 ГДК), цинку (1,55 ГДК) і міді (2,6 ГДК) у озерах Кугурлуй і Ялпуг. Причому забруднення донних відкладень озера Кугурлуй свинцем спостерігається в безпосередній близькості від протоки, що з'єднує озеро з Дунаєм, і може бути обумовлено надходженням забруднюючої речовини з водами Дунаю, що формують відкладення у безпосередній близькості від з'єднувальної протоки.

Моніторингові дані щодо забруднення донних відкладень на українській ділянці Дунаю та в Придунайських озерах (лиманах) носять епізодичний характер і не можуть повною мірою охарактеризувати просторово-часову мінливість характеристик забруднення донних відкладень, тому на сьогодні їх використання в статистичній моделі оцінки ризику забруднення об'єктів навколишнього середовища практично неможлива. Наявні дані дають можливість провести попередню експертну оцінку екологічних ризиків.

Таблиця 4.5

Експертна оцінка екологічного стану донних відкладень та екологічного ризику на українській ділянці р. Дунай та у Придунайських озерах (лиманах)

Ділянка водойми	Залишкова кількість пестицидів (ГДК)	Валові форми важких металів (відносно ГДК)	Перевищення ГДК хімічними речовинами			Ймовірність перевищення показників ГДК забруднюючими речовинами різних класів	Оцінка загального екологічного стану показників забруднення донних	Рівень екологічного ризику
			I класу небезпеки	II класу небезпеки	III класу небезпеки			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
р. Дунай – м. Рені	II	IV	IV	III	II	≈ 0,30	B	3
м. Ізмаїл	II	III	II	II	II	≈ 0,20	A	II
м. Кілія	II	IV	III	III	II	≈ 0,40	B	3
м. Вилкове	II	IV	III	III	II	≈ 0,40	B	3
Очаківське гирло	II	III	II	II	II	≈ 0,20	A	II
рукав Бистрий	II	III	II	II	II	≈ 0,20	A	II
Старостамбульське гирло	II	III	II	II	II	≈ 0,20	A	II
оз. Кагул – с. Нагірне	II	III	I	II	II	≈ 0,20	A	II
оз. Турка – с. Орловка	II	III	I	II	II	≈ 0,20	A	II
оз. Катрал – с. Орловка	II	III	I	II	II	≈ 0,20	A	II
оз. Кугурлуй – протока	II	III	III	II	II	≈ 0,30	B	3
оз. Ялпуг – водозабір, с. Котловина	II	III	III	III	II	≈ 0,40	B	3
оз. Катлабух – с. Суворове	II	III	I	II	II	≈ 0,30	A	3
оз.Лунг – с.Богате	II	III	I	II	II	≈ 0,20	A	II
оз. Саф`ян – с. Саф`яни	II	III	I	II	II	≈ 0,20	A	II

Подовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
оз. Катлабух – с. Суворове	II	III	I	II	II	≈0,30	A	3
оз.Лунг – с.Богате	II	III	I	II	II	≈0,20	A	II
оз. Саф`ян – с. Саф`яни	II	III	I	II	II	≈0,20	A	II
оз. Китай – с. Старі Трояни	II	III	II	II	II	≈0,30	B	3
лиман Великий Солоний – с. Десантне	II	III	I	II	II	≈0,20	A	II
лиман Сасик (Кундук) – с. Борисівка	II	III	II	II	II	≈0,30	A	3

Примітка:

\* Індеси екологічного стану донних відкладень відносно гр. 2-6 відповідають: I – “благополучний”; II – “задовільний”; III – “посередній”; IV – “важкий”; V – “дуже важкий”.

\*\* загальний екологічний стан показників забруднення відносно гр. 8 визначається як: “задовільний” при показнику  $I_{z\_st} < 3,0$  (A); “незадовільний” при значенні показнику  $3,0 < I_{z\_st} < 3,3$  (B) та “важкий” при  $I_{z\_st} > 3,4$  (C).

\*\*\* рівень екологічного ризику відносно гр. 9 визначається як: “мінімальний” при значенні ймовірності  $P_{z\_st} < 0,20$  (M); “підвищений” при  $P_{z\_st} = 0,21 - 0,37$  (II); “значний” при  $P_{z\_st} = 0,38 - 0,63$  (3); “високим” при  $P_{z\_st} = 0,64 - 0,80$  (B) та “катастрофічним” при кількісному значенні параметра  $P_{z\_st} > 0,80$  (K).

Оцінка загального екологічного стану забруднення донних відкладів, свідчить “задовільний” стан ресурсу на ділянках в районі м. Ізмаїл та нижній течії в межах Очаківського гирла, рукава Бистрий та Старостамбульського гирла. Для річкових ділянок в межах населених пунктів Рені, Кілія та Вилкове екологічний стан донних відкладень оцінюється як “незадовільний”.

Рівень екологічного ризику для всієї української ділянки Дунаю оцінюється в діапазоні експертних оцінок “підвищений” - “значний”.

В Придунайських озерах (лиманах) загальний екологічний стан донних відкладень оцінюється як “задовільний” за виключенням водоймищ Кугурлуй, Ялпуг, Китай, де експертна оцінка визначає рівень – “незадовільно”.



Рівень екологічного ризику для забруднення донних відкладень у Придунайських озерах (лиманах) оцінюється в діапазоні експертних оцінок “підвищений” (54,5%) – “значний” (45,5%).

Присутність у воді забруднюючих речовин носить достатньо випадковий характер, їх концентрації на одній ділянці просторово-часовому розподілі можуть суттєво змінюватися. З цієї точки зору оцінка забруднення водного середовища за вмістом забруднюючих речовин у донних відкладеннях може бути додатковою, а в деяких випадках більш репрезентативною оцінкою екологічного стану водного середовища.

### **Висновки**

1. Проведена експертна оцінки визначає, що інтегральний показник оцінки стану земельних ресурсів  $I_{z\_st}$  в межах Придунайського регіону змінюється від 3,0 до 3,16 та відповідає II групі об'єктів ( $3,0 \leq I_{z\_st} < 3,3$ ), в якій стан земельних ресурсів оцінюється як “незадовільний”.

2. Розрахунки оцінки ризику порушення стійкості екосистеми ґрунтів в п'яти районах Придунайського регіону Одеської області показують мінімальний рівень ризику порушення стійкості екологічної системи ґрунтів для Арцизький, Килийський і Татарбунарський районів (показник  $P_{z\_st} \approx 0,20$ ), для двох районів регіону (Ізмаїльського і Ренійського) критерій рівня ризику порушення стійкості екосистеми ґрунтів оцінюється як “підвищений” ( $P_{z\_st} \approx 0,25$ ).

3. Підсумкові розрахунки екологічного стану ґрунтів з урахуванням проведення геохімічного моніторингу у місцях зберігання непридатних хімічних засобів захисту рослин дозволяють зробити такі висновки:

- в місцях розташування складів зберігання непридатних засобів хімічних засобів захисту рослин навколо населених пунктів с. Десантне, с. Старі Трояни Кілійського району, с. Утконосівка, с. Новокаланчак Ізмаїльського району загальний екологічний стан ґрунтів може бути

визначений як “задовільний”, рівень екологічного ризику – “підвищений” ( $P_{z-st} = 0,25 - 0,30$ ).

- в місцях розташування складів зберігання непридатних засобів хімічних засобів захисту рослин навколо населених пунктів с. Новоселівка, с. Василівка Кілійського району, с. Кирнички Ізмаїльського району, с. Островне, с. Главані, с. Кам`янське, на ділянці між селами Делень і Новоселівка Арцизького району загальний екологічний стан ґрунтів може бути визначений як “посередній”, рівень екологічного ризику – “значний” ( $P_{z-st} = 0,35 - 0,40$ ).

- в місцях розташування складів зберігання непридатних засобів хімічних засобів захисту рослин навколо населених пунктів с. Шевченкове Кілійського району, с. Задунаївка Арцизького району загальний екологічний стан ґрунтів може бути визначений як “важкий”, рівень екологічного ризику – “високий” ( $P_{z-st} = 0,60 - 0,65$ ).

4. Оцінка загального екологічного стану забруднення донних відкладень свідчить “задовільний” стан ресурсу на ділянках в районі м. Ізмаїл та нижній течії в межах Очаківського гирла, рукава Бистрий та Старостамбульського гирла. Для річкових ділянок в межах населених пунктів Рені, Кілія та Вилкове екологічний стан донних відкладень оцінюється як “незадовільний”.

Рівень екологічного ризику для всієї української ділянки Дунаю оцінюється в діапазоні експертних оцінок “підвищений” - “значний”.

5. В Придунайських озерах (лиманах) загальний екологічний стан донних відкладень оцінюється як “задовільний” за виключенням водоймищ Кугурлуй, Ялпуг, Китай, де експертна оцінка визначає рівень – “незадовільно”.

Рівень екологічного ризику для забруднення донних відкладень у Придунайських озерах (лиманах) оцінюється в діапазоні експертних оцінок “підвищений” (54,5%) – “значний” (45,5%).

6. При проведенні оціночних заходів щодо визначення ризиків забруднення донних відкладень у водоймах регіону слід враховувати, що

донні відкладення - є приймаючим середовищем, а також джерелом забруднюючих речовин, присутніх у водному середовищі. Частинки, що переносяться в воді діляться по фракціям і осідають на різних ділянках водойми в залежності від своїх механічних характеристик. Ерозійні процеси, що пов'язані динамікою руслових потоків, вітро-хвильових впливів обумовлюють ризики виникнення вторинного забруднення навколишнього середовища (поверхневих вод і ґрунтів донних відкладень) на різних ділянках досліджуваного регіону.

Визначення донних відкладень як потенційного джерела вторинного забруднення повинно проводитися з урахуванням оцінки довготривалої взаємодії забруднених донних ґрунтів з поверхневими водами в межах системи “розчин-завись-шар донних відкладень” відповідно до рекомендацій [51].

7. Залишкова кількість пестицидів в досліджених пробах як у донних відкладеннях на ділянках Дунаю між м. Рені та гирловою частиною, так й у донних відкладеннях Придунайських озер (лиманів) в межах чутливості методу не встановлена. За даними показниками 100% зразків відповідають вимогам ДСанПін 8.8.1.2.3.4.-00-2001 “Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, води водоймищ, ґрунтів”.

## **ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:**

1. Закон України “Про об’єкти підвищеної небезпеки” № 2245-III від 18.01.2001р. із змінами та доповненнями [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2245-14>
2. Постанова Кабінету Міністрів України № 848 від 24.09.2008р. “Про затвердження критеріїв оцінки ступеня ризику від впровадження господарської діяльності, яка полягає державному ветеринарно-санітарному контролю та нагляду” (в редакції станом на 15.06.2015р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/848-2008-%D0%BF>
3. Державний стандарт України ДСТУ 2156-93 “Безпечність промислових підприємств” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://document.ua/docs/tdoc3429.php>
4. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. – М.: Наука, 2000. 431с.
5. Реймерс Н.Ф. Экология: теория, законы, правила, принципы и гипотезы. – М.: Россия молодая, 1994. 367с.
6. Хохлов Н.В. Управление риском. – М.: ЮНИТИ, 2000. 40с.
7. Алымов В.Т., Тарасова Н.П. Техногенный риск. Анализ и оценка. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. 118с.
8. Тарасова Н.П. Техногенный риск. – М.: МХТУ им. Менделеева, 2003. 256с.
9. Орел С.М., Мальований М.С. Ризик. Основні поняття/ Навчальний посібник. – Львів: Видавництво «Львівська політехніка», 2008. 88с.
10. Добровольський В. В. Екологічна безпека і ризик: деякі понятійно-категоріальні уточнення // Екологічна безпека. 2011. №1(11). С.17–20
11. Группа Компаний ШАНЭКО: Экологические риски. Оценка и управление экологическими рисками [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.shaneco.ru/info/risks>

12. Социально-экономический потенциал устойчивого развития/ под.ред.проф. Л.Г.Мельника (Украина) и проф. Л.Хенса (Бельгия).- Сумы: ИТД «Университетская книга», 2007. 1120с
13. Шапкин А. С., Шапкин В.А. Теория риска и моделирование рискованных ситуаций: Учебник. – М.:ИТК “Дашков и К”, 2007. 880с.
14. Понятие экологического риска: Практическое пособие[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.ekologiya-online.ru/ehkologicheskoe-pravo/ponyatie-ekologicheskogo-risk>
15. Данилов–Данильян В.И. Экологический вызов и устойчивое развитие /Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С.-М.: Прогресс-традиция, 2000. 416 с.
16. Миэринь Л.А. Основы рискологии : Учебное пособие .- СПб.: Изд-во С.-Петербур. гос. ун-та экономики и финансов,1998. 138с.
17. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. – К.: Основа, 2003. 192с.
18. Качинський А.Б. Безпека загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. 472с.
19. Закон України № 877-У від 05.04.2007р. “Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/877-16/page1-2>
20. Данилишин Б.М. Природно-техногенні катастрофи: проблеми економічного аналізу та управління. – К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2001. 260с.
21. Ульрих Бек Общество риска: на пути к другому модерну - . М.: Прогресс - Традиция, 2000. 384 с
22. Ньютон Р. Управление проектами от А до Я /пер .с англ. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. 180с.
23. Новое американское тотальное управление качеством: (корпоративный менеджмент) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.cfin.ru/management/iso9000/newtqm/index.shtml?printversion>

24. Шваб К. Глобальные риски/ с англ. Т.Суховой // Рынок страхования [Электронный ресурс]// Рынок страхования. – 2011. – № 1-2(88-89). – Режим доступа: <http://wfin.kz/node/2086857>

25. Екологічний довідник України EсоWiki.Ua [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ecowiki.io.ua/s480124/z\\_ukr\\_tlumachniy\\_slovník](http://ecowiki.io.ua/s480124/z_ukr_tlumachniy_slovník)

26. Електронний ресурс Агентства з охорони навколишнього середовища США. – Режим доступу: [http://uk.sciencegraph.net/wiki/Управління\\_з\\_охорони\\_навколишнього\\_середовища\\_США/%D0%A3](http://uk.sciencegraph.net/wiki/Управління_з_охорони_навколишнього_середовища_США/%D0%A3)

27. Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. – СПб.: Наука, 2004. 294с.

28. Руководство по оценке риска в области экологического менеджмента: ГОСТ Р14.09-2005. - М.: Стандартиформ, 2010. 40с.

29. Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO14001:2004,IDT): Державний стандарт України ДСТУ ISO14001:2006. - К.: Держспоживстандарт України 2006. 23с.

30. Державний стандарт України “Охорона природи. Ґрунти. Номенклатура показників санітарного стану” ДСТУ 17.4.2.01-81 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/v1476400-81>

31. Степаненко С.М., Польовий А.М., Лобода Н.С. та ін. Климатические изменения и их влияние на сферы экономики Украины// под ред. проф. С.Н. Степаненко, проф. А.Н. Полевой. – Одеса: ТЕС, 2015. 520 с.

32. Маршалл В. Основные опасности химических производств/ В. Маршалл. – М.: Мир, 1989. 672с.

33. Мельник Л.Г. Экономика развития. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2006. 662с.

34. Эндрес А., Квернер И. Экономика природных ресурсов/ А. Эндрес, И. Квернер // Рынки, технологии и инновации. Аспекты развития. – С.Пб: Питер, 2008. – 2-е изд. 256 с.

35. Буркинський Б. В., Купінець Л. Є., Харічков С. К. Економічний

вектор стратегії сталого розвитку // Екологія і природокористування. 2012. Вип. 15. С. 163–173

36. Степаненко С.М., Польовий А.М. та ін. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату: монографія/ за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса: ТЕС, 2018. 548с.

37. Безпека регіонів України і стратегія її гарантування: монографія /за ред. Б. М. Данилишина. К.: Наукова Думка, 2008. Т. 1 Природно-техногенна (екологічна) безпека. 392 с.

38. Хвесик М. А. Екологічна криза в Україні: соціально-економічні наслідки та шляхи їх подолання / /Економіка України. 2014. №1. С. 74–86

39. Самойлік М. С. Методологічні засади оптимізації стратегії забезпечення ресурсно-екологічної безпеки регіону / /Регіональна економіка. 2014. №2. С.187–196

40. Волошин В. В., Трегобчук В. М. Концептуальні засади сталого розвитку регіонів України // Регіональна економіка. 2012. № 1. С. 8–12

41. Степаненко С.М., Польовий А.М., Лобода Н.С. та ін. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України/ під ред. Степаненко С.М., Польовий А.М. Одеса: Екологія, 2011. 605 с.

42. Шмандий В. М., Харламова Е. В. Исследование проявлений экологической опасности на региональном уровне // Гигиена и санитария. 2015. №7. С. 90–92

43. Мельник Л. Г., Кубатко О. В. Екологічний розвиток регіонів України з урахуванням екологічної компоненти в контексті сталого розвитку // Регіональна економіка. 2010. №3. С. 129-135

44. Шапоренко О. І. Економіко-екологічні ризики: визначення, оцінка, менеджмент і принципи // Вчені записки Університету “КРОК”. 2014. Вип. 35. С.182–189

45. Адам А. М., Мамин Р. Г. Природные ресурсы и экологическая безопасность Западной Сибири // Эко-бюллетень. 2000. № 7. С. 11–15

46. Клименко Л. П., Воскобойнікова Н. О. Ресурсозбереження при впровадженні вітрогеліоустановок в системі теплохладопостачання будівель (на прикладі Миколаївської області) // Наукові праці МДГУ ім. П. Могили: Науково-методичний журнал. 2007. Т.73. Вип.60. Техногенна безпека. С. 11–19

47. Анিকেєв В. В., Захарова П. В. Интегральный критерий экологической безопасности // Геоинформатика. 2002. № 1. С. 8–16

48. Іванюта С. П. Екологічна безпека регіонів України: порівняльні оцінки// Стратегічні пріоритети. 2013. 33(28). С. 157–164

49. Малік М. Й., Хвесик М. А. Сталий розвиток сільських територій на засадах регіонального природокористування та еколого безпечного агропромислового виробництва // Економіка АПК. 2010. №5. С.3–12

50. Харламова Е. В., Шмандий В. М., Ригас Т. Е. Фундаментальные аспекты управления экологической безопасностью в техногенно нагруженном регионе // Экологический Вестник Северного Кавказа. 2014. №10. С.53–63

51. Chung, G., Lansey, K., Bayraksan, G., (2009). Reliable water supply system design under uncertainty. Environ. Modell. Softw. № 24. P. 449–462.

52. Козуля Т. В., Ємельянова Д. І. Екологічний ризик на різних рівнях дослідження природно-техногенних систем, інформаційне забезпечення його оцінки//Проблеми інформаційних технологій. 2015. №7. С. 138–144

53. Sornette D., Maillart T., Kroger W. (2013) Exploring the limits of safety analysis in complex technological systems. Risk Center Zurich. URL: <http://arxiv.org/pdf/1207.5674.pdf>

54. Janssen C. (2012) Putting ecological realism in environmental risk assessment. Report on 14th Annual CEFICLRI Workshop-Evolution or Revolution-Research priorities for future risk assessment. Brussels, 14–15 November. 87–98

55. O'Brien G., Wepener V. (2012) Regional-scale risk assessment methodology using the Relative Risk Model (RRM) for surface freshwater aquatic ecosystems in South Africa. Water SA. Vol. 38. № 2. P. 153–165



56. Поняття і сутність екологічної безпеки. Правове регулювання екологічної безпеки в Україні / Гетьман А. П. та ін. Х.: Право, 2012. 296 с.

57. Sprenger J. (2012) Environmental Risk Analysis: Robustness is Essential for Precaution. *Philosophy of Science*. № 79 (5). P. 881–892

58. Improvement of Risk Assessment in View of the Needs of Risk Managers and Policy Makers. SCENIHR, SCCS, SCHER. European Commission: Directorate D: Public Health Systems and Products. 2012. 75 p.

59. Dutt L. S., Kurian M. (2013) Handling of Uncertainty a Survey. *International Journal of Scientific and Research Publications*. Vol. 3, Issue 1. P. 1–4

60. L. E. Brown, G. Mitchell, J. Holden, A. Folkard etc. (2010) Priority water research questions as determined by UK practitioners and policy makers. *Science of Total Environment*. № 409. P. 256–266

61. Буркинський Б. В., Мартієнко А. І., Хмарова Н. І. Інституційні аспекти адміністрування сфери природокористування України // *Економіка України*. 2016. №1. С. 72–83

62. Ковалев В. Г., Волкова А. А. Влияние рисков на инвестиционную привлекательность водохозяйственной деятельности в Причерноморском регионе Украины // *Матеріали Міжнародної наукової конференції “Економіко-екологічні проблеми сучасності у дослідженнях молодих науковців”*. Одеса. ОДЕКУ, 2015. С. 75–77

63. Serbov M. (2018) Methodological approaches in development of value estimation of costs of freshwater resources of the water basin by the objects of nature use. *Technology Audit and Production Reserves*. № 1/5 (39). P. 74–78

64. Ковалев В. Г., Сербов Н. Г., Рекиш А. А. Производственно-хозяйственная и природоохранная деятельность в водных бассейнах Украины: монография / под ред. В. Г. Ковалева. Одесса: ПОЛИГРАФ, 2011. 105 с.

65. Бун Э. К., Хенс Л. От декларации тысячелетия – к Йоханнесбургской декларации: уроки и перспективы устойчивого развития / Методы решения экологических проблем / под ред. проф. Л. Г. Мельника. Сумы: Козацкий вал, 2005. С. 211–224

66. Шакірзанова Ж.Р., Гриб О.М. Характеристики ґрунту і їх потенціал для різних варіантів землекористування, в тому числі сільського та лісового // Збірник досліджень і наукових статей в рамках проекту «Комплексне модельоване управління землекористуванням естуаріїв Чорного моря (ILMM-BSE)». Українська асоціація захисту моря. Одеса. Харків: ТОВ «Дім Реклами», 2015. С. 104–107

67. СанПиН 42-128-4433-87. Видання. Санітарні норми допустимих концентрацій хімічних речовин в ґрунті. URL: <http://document.ua/docs/tdoc8410.php> (дата звернення 21.11.2019)

68. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом: монографія / В. А. Сташук та ін. Херсон: Видавництво Гринь, 2014. 320 с.

69. Рибалова О. В., Поддашкін О. В., Півень Г. В. та ін. Оцінка та управління екологічним ризиком погіршення сучасного стану ґрунтів України як основа для вирішення регіональних проблем поводження з відходами/ Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки: збірник наукових праць УкрНДІЕП. 2010. Вип. XXXII. С. 54–63

70. Формування екологічної свідомості та підвищення обізнаності зацікавлених осіб щодо причин та наслідків забруднення ґрунту та води в Нижньодунайському регіоні: Інформаційні матеріали в рамках проекту «Інвентаризація, оцінка та зменшення впливу антропогенних джерел забруднення в Нижньодунайському регіоні України, Румунії та Республіки Молдова» (MIS ETC CODE 995). Одеса: ФОП Шилов М. В., 2016. 294 с.

71. Мирошніченко М. М. Стійкість ґрунту як основа екологічного формування забруднення: дисер. на здобут. наук. ступ. докт. біологіч. наук зі

спеціальності 03.00.18 – ґрунтознавство. Харків, 2005. 252 с.

72. Методичні рекомендації щодо оцінки ймовірності ризикових подій внаслідок забруднення водних об'єктів та ґрунтів української частини Нижньодунайського регіону. Одеса: ФОП Шилов М. В., 2016. 57 с.

73. Коваленко О. М., Поддашкін О. В., Рибалова О. В. Аналіз якісного стану ґрунтів Харківської області та причин їх забруднення // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. № 2/4 (38). 2009. С. 9–16

74. Васенко О. Г., Рибалова О. В., Поддашкін О. В та ін. Ієрархічний підхід до оцінювання екологічного ризику погіршення стану екосистеми поверхневих вод України // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки: збірник наукових праць УкрНДІЕП. 2010. Вип. XXXII. С. 75–90

75. Моніторингові показники стану навколишнього середовища України. URL: <http://www.menr.gov.ua/ekolohichni-pokaznyky-monitorynhu/3910-pokaznyk> (дата звернення 21.09.2017)

76. Ступень М. Г., Мовчан Т. В. Оценка земельного фонда юго-запада Украины как объекта управления земельными ресурсами // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы. Пинск: ПолесГУ, 2008. С.62–69

77. Інвентаризація, оцінка і зменшення впливу антропогенних джерел забруднення в Нижньодунайському регіоні України. Румунії та Республіки Молдова» MIS-ETC 995 спільної операційної програми Румунія–Україна–Республіка Молдова 2007–2013. Одеса: 2015, 148с.

78. Лиска И., Вагнер Р., Слободник Я. Второе объединенное исследование Дуная: Итоговый научный отчет // Международная комиссия по защите реки Дунай, Вена, 2008. URL: [www.icpdr.org/ids](http://www.icpdr.org/ids) (дата звернення 25.08.2017)

79. Екологічний паспорт регіону: Одеська область. Департамент екології та природних ресурсів Одеської області, 2016. URL: [http://www.menr.gov.ua/docs/protection1/odeska/Odeska\\_ekopasport\\_2016.pdf](http://www.menr.gov.ua/docs/protection1/odeska/Odeska_ekopasport_2016.pdf)

(дата звернення 15.08.2017)

80. Экологические аспекты хозяйственной деятельности на территории Украинского Придунавья / А. Э. Молодецкий, Т. Д. Борисевич и др. URL: <http://www.ecologylife.ru/ekologiya-goroda/ekologicheskie-aspektyi.html> (дата звернення 13.01.2018)

81. Концепція євро регіону Нижній Дунай. URL: <http://old.niss.gov.ua/Monitor/juni08/05.htm> (дата звернення 27.11.2019)

82. ДСанПіН 8.8.1.2.3.4.-00-2001. Санітарні норми. Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, води водоймищ, ґрунтів. URL: <http://document.ua/docs/tdoc5898.php> (дата звернення 15.11.2019)

## **ДОДАТКИ**

За матеріалами магістерського дослідження в міжнародному наукометричному журналі (Чеська Республіка) опублікована наукова стаття:

**Сербов Н.Г., Ткачук М.Н.** Оценка экологических рисков загрязнения грунтов (на примере Придунайских районов Одесской области)// Science of Europe (Praha, Czech Republic). Vol. 3, #45, 2019. С. 37-45

індексація журналу:

- Index Copernicus;
- International Scientific Indexing;
- General Impact Factor (GIF);
- eLIBRARY.RU;
- ISSUU;
- Calaméo;
- LinkedInSlideShare (in<sub>R</sub>SlideShare).