

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення практичних занять та організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

**«УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН
ДОВКІЛЛЯ»**

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
всіх форм навчання зі спеціальності 101 – Екологія)*

Харків

ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

2025

Методичні рекомендації до проведення практичних занять та організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Управління ризиками в умовах глобальних змін довкілля» (для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 101 – Екологія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. І. В. Сталінська. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 42 с.

Укладач канд. техн. наук І. В. Сталінська

Рецензент

О. В. Хандогіна, кандидат економічних наук, доцент кафедри інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою інженерної екології міст,
протокол № 10 від 14 січня 2025 р.*

Методичні рекомендації призначені для здобувачів спеціальності 101 – Екологія освітньої програми «Екологія». Подано вимоги до оформлення, засоби та послідовність виконання завдань, список рекомендованих джерел.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
1 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ З ДИСЦИПЛІНИ.....	7
Змістовий модуль 1 Теоретичні основи моделювання і прогнозування глобальних змін довкілля.....	7
Змістовий модуль 2 Оцінка екологічних ризиків та загроз в умовах невизначеності.....	14
Змістовий модуль 3 Прогнозування вразливості та стійкості екологічних систем.....	27
2 САМОСТІЙНА РОБОТА З ДИСЦИПЛІНИ.....	35
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	38

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДДП – документи державного планування

ЗМ – змістовий модуль

ЗУ – Закон України

ALOHA – Areal Locations of Hazardous Atmospheres

GEMS – Глобальний екологічний моніторинг

МАВ – The Man and the Biosphere Programme

КМУ – Кабінет Міністрів України

ДСТУ – Державний Стандарт України

СНІД – Синдром набутого імунодефіциту

SWIFT – Structured «What If» Technique

InVEST – Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs

ВСТУП

Дисципліна «Управління ризиками в умовах глобальних змін довкілля» є обов'язковим компонентом освітньої програми «Екологія» спеціальності 101 – Екологія на другому (магістерському) рівні здобувачів вищої освіти. Дисципліна викладається протягом одного семестру, містить один модуль і три змістові модулі:

- 1) теоретичні основи моделювання і прогнозування глобальних змін довкілля;
- 2) оцінка екологічних ризиків та загроз в умовах невизначеності;
- 3) прогнозування вразливості та стійкості екологічних систем.

Практичні заняття – вид навчального заняття, на якому здобувач вищої освіти під керівництвом викладача закріплює теоретичні положення навчальної дисципліни і набуває вміння та навички щодо їх практичного застосування шляхом індивідуального виконання відповідно до сформульованих завдань.

Самостійна робота студента – це позааудиторна робота, яка здійснюється самостійно, без викладача, але під його загальним керівництвом і контролем. Самостійна робота здобувача передбачає опрацювання навчального матеріалу та виконання індивідуальних завдань.

Метою дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти сучасних уявлень щодо екологічних ризиків та загроз для управління ними в умовах неповноти або недостатності інформації та суперечливих вимог, що ґрунтуються на адаптації до кліматичних змін, теоретичних знань і практичних навичок із використання інноваційних підходів до розв'язання цих проблем.

У процесі вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти мають досягти таких результатів:

- 1) застосовувати новітні методи та інструментальні засоби екологічних досліджень, зокрема методи та засоби математичного й геоінформаційного моделювання;

2) уміти користуватися основними принципами управління персоналом та ресурсами, застосовувати критичне осмислення проблем в умовах неповноти або недостатності інформації та суперечливості вимог;

3) досліджувати потенційний вплив техногенних об'єктів та господарської діяльності на довкілля;

4) користуватися сучасними інформаційними ресурсами та підходами під час розроблення стратегії прийняття рішень у складних, непередбачуваних умовах;

5) аналізувати екологічні ризики за умов недостатності інформації.

1 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ З ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1 Теоретичні основи моделювання і прогнозування глобальних змін довкілля

Змістовий модуль передбачає проведення практичних занять за такими темами:

1. Глобальні зміни клімату. Внутрішні чинники впливу на клімат. Зовнішні чинники впливу на клімат. Антропогенна дія на зміну клімату. Змінювання рівня світового моря. Фізичні докази та приклади змінювання клімату.

2. Надзвичайні ситуації. Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України «Про затвердження Класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій». Постанова КМУ «Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями».

3. Екологічний моніторинг як інструмент виявлення екологічних ризиків. Завдання та принципи моніторингу. Види моніторингу. Приклади дистанційного моніторингу. Загальний (стандартний) моніторинг навколишнього середовища. Оперативний (кризовий) моніторинг навколишнього середовища. Фоновий (науковий) моніторинг навколишнього середовища. Глобальний екологічний моніторинг (GEMS). Система міжнародних екологічних програм. Програма «Людина і біосфера» (The Man and the Biosphere Programme) (MAB).

4. Застосування методів прогнозування і моделювання для виявлення екологічних ризиків. Основні напрями застосування методів прогнозування та моделювання. Моделі розсіювання забруднюючих речовин. Гідрологічне моделювання. Прогнозування аварій. Моделювання екологічних аварій. Оцінка наслідків зміни клімату. Прогнозування змін екосистем. Прогнозування і моделювання надзвичайних ситуацій з метою управління ризиками. Методології прогнозування та моделювання.

Практичні завдання.

Завдання 1. Класифікація надзвичайних ситуацій.

1. Робота в групі з Класифікатором надзвичайних ситуацій ДК 019:2010, в результаті якої за коротким описом ситуації, випадку, події, пригоди, аварії чи явища студенти повинні вміти віднести їх до надзвичайних ситуацій техногенного, природного чи соціального характеру. Розглянути перелік об'єктів, що можуть спричинити виникнення надзвичайної ситуації техногенного і природного характеру та вплинути на стан захисту населення і територій, проекти будівництва яких підлягають державній експертизі з питань техногенної безпеки.

2. Робота в групі з Порядком класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями, в результаті якої студенти повинні вміти віднести надзвичайні ситуації, залежно від обсягів заподіяних наслідків та технічних і матеріальних ресурсів, необхідних для їх ліквідації, до державного, регіонального, місцевого або об'єктового рівня.

Завдання 2. Моніторинг об'єктів підвищеної небезпеки.

1. Ознайомитися з ЗУ «Про об'єкти підвищеної небезпеки (документ 2245-III, чинний, поточна редакція від 01.01. 2024). Визначити, що таке небезпечна речовина, які є джерела небезпеки, які саме об'єкти належать до об'єктів підвищеної небезпеки, обговорити та навести приклади ефекту «доміно». Розглянути аварії на об'єктах підвищеної небезпеки.

2. Розглянути Постанову КМУ від 13 червня 2024 р. № 684 «Порядок функціонування державної системи моніторингу довкілля та її підсистем». Після ознайомлення з документом обговорити зі студентами підсистеми моніторингу, цілі системи моніторингу, завдання суб'єктів системи моніторингу, інформаційну взаємодію між суб'єктами системи моніторингу, рівні та режими функціонування системи моніторингу, обговорити деталі режиму підвищеної готовності.

Завдання 3. Ознайомлення з етапами моделювання та кібернетичними

моделями.

I. Обговорення лекційного матеріалу щодо моделювання, видів моделей та етапів моделювання.

Для розв'язання прикладних задач із використанням обчислювальної техніки потрібно прикладну задачу сформулювати математично, тобто для реального об'єкта, процесу або системи побудувати відповідну математичну модель. Слово «модель» утворилося від лат. «modus» – «копія», «зразок», «образ». Модель – це абстракція, яка відображає лише частину властивостей. Її можна розглядати як проєкцію об'єктивної реальності. Залежно від мети можна одержати декілька проєкцій реального об'єкта.

Моделювання – це заміна деякого об'єкта А іншим об'єктом Б, при цьому А називають оригіналом або об'єктом моделювання, а Б називають моделлю. Інакше кажучи, модель – це об'єкт-замінник об'єкта оригіналу, який забезпечує вивчення деяких властивостей оригіналу (рис. 1).

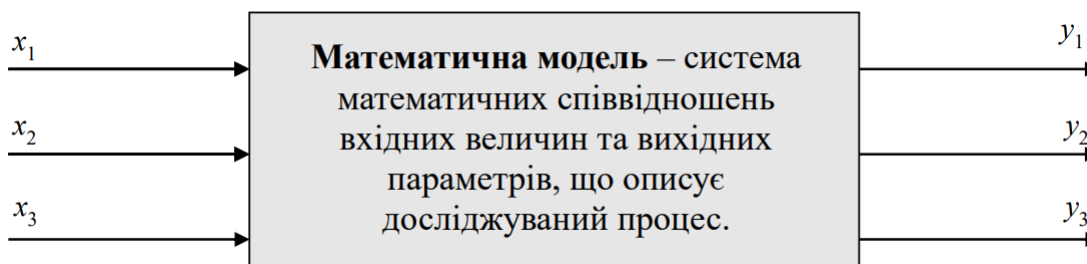


Рисунок 1 – Математична модель досліджуваного процесу

Метою моделювання є одержання, обробка, представлення та використання інформації стосовно об'єктів, які взаємодіють між собою і зовнішнім середовищем. Моделювання широко використовується в різних галузях людської діяльності, особливо там, де потрібно приймати ефективні рішення на основі отриманої інформації, наприклад, у проєктуванні, управлінні.

Найбільш універсальним методом моделювання є математичне моделювання, оскільки воно більш сприятливе для використання

обчислювальної техніки та існуючих пакетів програм MathCad, MathLab, Excel і середовищ програмування.

Математична модель є наближеним представленням реальних об'єктів, процесів або систем, які записані в математичних термінах, що зберігає істотні властивості оригіналу. Математичні моделі у кількісній формі описують основні властивості об'єкта, його параметри, внутрішні й зовнішні зв'язки.

Обговорити зі студентами такі етапи математичного моделювання:

1. Постановка задачі.
2. Побудова математичної моделі.
3. Вибір (побудова) чисельного методу розв'язання рівнянь математичної моделі.
4. Розробка алгоритму.
5. Програмування.
6. Тестування й налагодження програми.
7. Проведення розрахунків (моделювання).
8. Аналіз результатів і, можливо, корекція моделі.
9. Висновки та практичні рекомендації на підставі результатів математичного моделювання.

II. Визначити особливості кібернетичних моделей та навести приклади їх застосування в екології.

Кібернетичні моделі – це математичні або комп'ютерні моделі, що використовують принципи кібернетики для аналізу, управління та прогнозування складних систем. Кібернетика, як наука про керування, інформацію та зворотний зв'язок у системах, дозволяє створювати моделі, які описують взаємодію елементів системи та їхній вплив на загальну динаміку.

В екології кібернетичні моделі застосовуються з такою метою:

1. Моделювання екосистем. Кібернетичні моделі допомагають описати взаємозв'язки між компонентами екосистеми: рослинами, тваринами, ґрунтом, водою, атмосферою тощо. Вони дозволяють зрозуміти, як зміни в одному

компоненті (наприклад, забруднення ґрунту) впливають на інші.

2. Системне управління природними ресурсами. Моделі використовуються для оптимізації використання ресурсів (води, лісу, рибних запасів) з урахуванням їх відновлюваності та сталого розвитку.

3. Прогнозування змін екосистем. Застосовуються для оцінки впливу антропогенних факторів, таких як забруднення чи вирубка лісів, на екосистему. Також можуть прогнозуватися наслідки кліматичних змін.

4. Моделі популяційної динаміки. Описують взаємодію між популяціями (хижак-жертва, конкуренція за ресурси) або вплив факторів середовища на їх чисельність.

5. Аналіз стійкості екосистем. Досліджується, як екосистема реагує на зовнішні впливи і як вона повертається до стану рівноваги після змін.

Приклади використання: 1) модель хижака-жертви (модель Лотки – Вольтерри): описує взаємодію між двома видами – хижаками та жертвами; 2) моделювання кругообігу речовин у природі: наприклад, кругообіг вуглецю чи азоту; 3) програми управління біорізноманіттям: наприклад, розроблення стратегії для збереження рідкісних видів.

Переваги кібернетичних моделей:

1. Враховують нелінійні процеси та складні взаємозв'язки.
2. Дозволяють прогнозувати наслідки діяльності людини.
3. Підтримують прийняття рішень на підставі даних.

Таким чином, кібернетичні моделі є потужним інструментом для розуміння та управління складними екологічними системами, сприяючи їх стійкості та збереженню.

Завдання 4. Побудова та аналіз «дерева цілей».

Метод побудови «дерева цілей» – це системний підхід, який використовується для структуризації складних завдань і проблем. У цьому методі цілі розбиваються на ієрархічну структуру, де кожен рівень уточнює або деталізує попередній. У контексті екології цей метод дозволяє формувати

завдання для вирішення екологічних проблем та управління природними ресурсами.

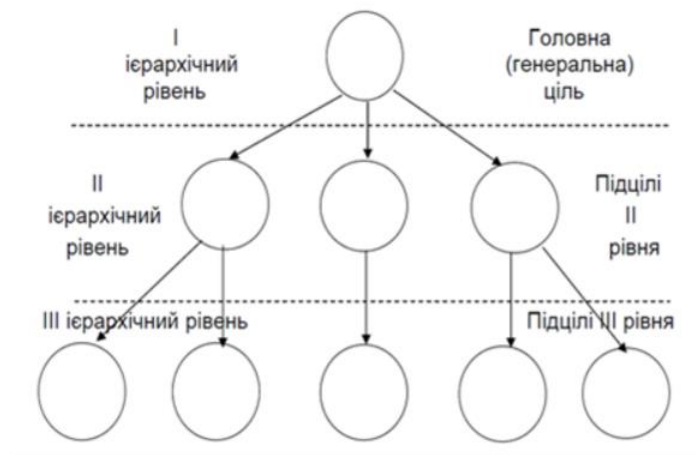


Рисунок 2 – Послідовність побудови «дерева цілей»

Етапи побудови «дерева цілей»:

1. Формулювання основної (головної) мети. Визначається загальна проблема або кінцевий результат, якого потрібно досягти, наприклад, «Поліпшення стану водних екосистем».

2. Декомпозиція головної мети. Основна мета розбивається на підцілі другого рівня, які є етапами її досягнення. Наприклад: 1) зниження рівня забруднення води; 2) відновлення біорізноманіття; 3) раціональне використання водних ресурсів.

3. Подальше деталювання підцілей. Кожна підціль може бути розбита на ще детальніші завдання, що формують третій рівень. Наприклад: для зниження рівня забруднення: 1) моніторинг джерел забруднення; 2) упровадження сучасних технологій очищення; 3) контроль за діяльністю промислових підприємств.

4. Аналіз та узгодження «дерева цілей». Перевіряється логічність зв'язків між рівнями, повнота охоплення завдань та їх реалістичність.

5. Реалізація та моніторинг. Структура використовується для побудови плану дій і оцінки досягнення цілей на кожному рівні.

Приклади застосування в екології:

1. Розробка стратегії сталого розвитку регіону. Головна мета: «Досягнення екологічної стійкості регіону». Підцілі: 1) зменшення викидів парникових газів; 2) підвищення ефективності використання природних ресурсів; 3) поліпшення стану лісових екосистем.

2. Планування відновлення забрудненої території. Головна мета: «Рекультивация промислових зон». Підцілі: 1) вивчення рівня забруднення; 2) розробка технологій очищення ґрунтів; 3) контроль за рекультиваційними заходами.

3. Захист біорізноманіття. Головна мета: «Збереження та відновлення видів, що перебувають під загрозою зникнення». Підцілі: 1) визначення вразливих екосистем; 2) збереження природних середовищ існування; 3) ведення охоронних заходів (заповідники, парки).

Переваги методу:

1. Чіткість структури: допомагає зрозуміти зв'язок між загальною метою та конкретними діями.
2. Системний підхід: враховує всі аспекти проблеми.
3. Пріоритезація: дозволяє визначити ключові завдання.

Метод «дерева цілей» є корисним для розробки екологічних програм, планів дій та стратегій, спрямованих на вирішення комплексних проблем сталого розвитку.

Контрольні запитання до ЗМ 1

1. Що таке ризик? Що для вас означає ризик?
2. Що таке глобальні зміни клімату?
3. Назвіть внутрішні чинники впливу на клімат.
4. Назвіть зовнішні чинники впливу на клімат.
5. Антропогенна дія на зміну клімату.
6. Фізичні докази та приклади змінювання клімату.

7. Що таке небезпека?
8. Що таке потенційна небезпека?
9. Чим відрізняється аварія від катастрофи?
10. Що таке стихійне лихо? Назвіть приклади.
11. Що таке надзвичайна ситуація?
12. Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій.
13. Назвіть види надзвичайних ситуацій за їх рівнями.
14. Що таке об'єкти підвищеної небезпеки? Наведіть приклади.
15. Що таке «ефект доміно»?
16. Охарактеризувати державну систему моніторингу довкілля та її підсистем.
17. Що таке модель? Назвіть приклади.
18. Класифікація моделей.
19. Що таке моделювання? Цілі моделювання.
20. Назвіть етапи математичного моделювання.
21. Назвіть етапи побудови «дерева цілей».
22. Назвіть приклади застосування методу побудови «дерева цілей» в екології.

Змістовий модуль 2 Оцінка екологічних ризиків та загроз в умовах невизначеності

Модуль передбачає проведення практичних занять за такими темами:

1. *Статистична оцінка небезпечних і шкідливих чинників для життя людини.*

Хід роботи. Студентам пропонується оцінити небезпечність для життя мешканця України 27-ми чинників, наведених в таблиці 1, за такою шкалою: найнебезпечніший чинник (на думку студента) – оцінено в 27 балів, а далі – 26, 25, 24 і до останнього, який вважається найменш небезпечним – в 1 бал.

Зрозуміло, що маючи неоднаковий життєвий досвід, студенти по-різному оцінюють небезпечність того чи іншого чинника, тому отримані результати треба статистично обробити. Для кожного чинника підраховують кількість балів, які визначили студенти, цю суму ділять на кількість опитаних студентів і одержана величина слугує середньою оцінкою небезпечності того чи іншого чинника: чим вона є більшою, тим небезпечніший чинник.

Середню оцінку небезпечності j -го чинника S_j визначають за формулою

$$S_j = \sum S_{ij}/n, \quad (1)$$

де S_{ij} – індивідуальна оцінка безпеки для j -го чинника;

n – кількість опитаних студентів.

Якщо прийняти, що перелічені чинники охоплюють усі небезпеки життя людини, то можна також оцінити відносну частку кожного чинника q_j в сумарній кількості небажаних наслідків за формулою

$$q_j = (S_j/325) \times 100 = S_j/3,25, \%. \quad (2)$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 1.

Таблиця 1 – Статистична оцінка небезпечних та шкідливих чинників для життя людини

№ з/п	Чинник	Індивідуальна оцінка S_{ij}	Середня оцінка S_j	Відносна частка q_j
1	2	3	4	5
1	Авіаційний транспорт			
2	Автомобільний транспорт			
3	Атомна енергетика			
4	Вживання спиртних напоїв			
5	Виробничі травми			
6	Вбивства та навмисні пошкодження			
7	Водойми			
8	Діагностичне опромінення			
9	Електричний струм			

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
10	Залізничний транспорт			
11	Інфекційні захворювання			
12	Інші чинники			
13	Куріння			
14	Медичні препарати			
15	Наркотичні речовини			
16	Побутові травми			
17	Робота в правозахисних органах			
18	Пожежі			
19	Самогубства			
20	СНІД			
21	Спортивні та масові заходи			
22	Стихійні лиха			
23	Тероризм			
24	Харчові отруєння			
25	Хірургічні втручання			
26	Військові дії			
27	Епідемія			

2. *Робота з ДСТУ IEC/ISO 31010:2013 Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику. Аналізування ризиків за схемою «краватка-метелик».*

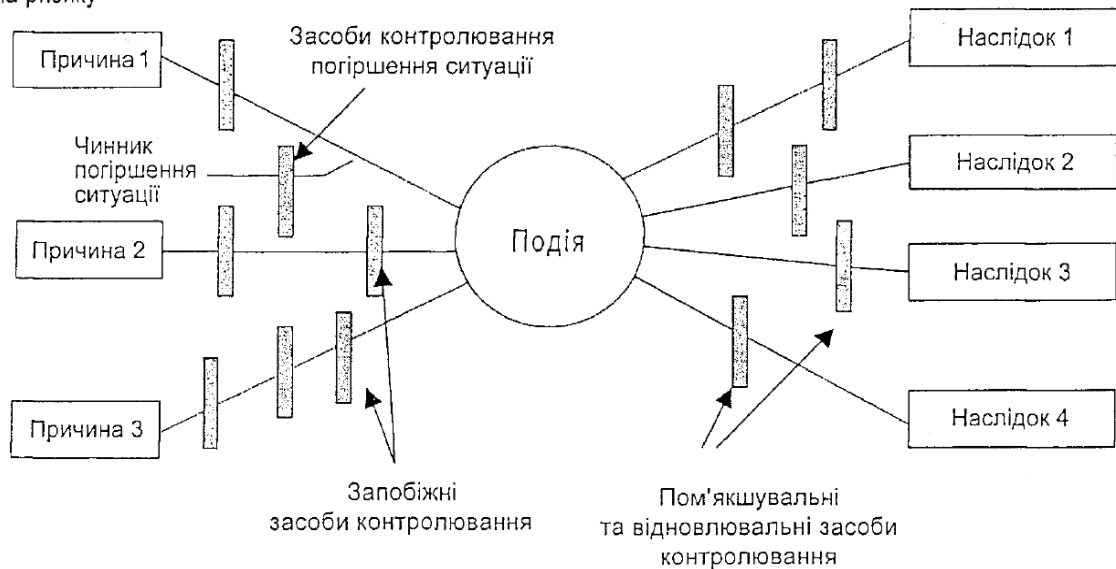
Аналізування діаграми «краватка-метелик» – простий спосіб схематичного описування й аналізування шляхів ризику від причин до наслідків. Його можна розглядати як поєднання «дерева відмов», що уможливорює аналізування причини події (зображеної вузлом «краватка-метелик»), і «дерева подій», що уможливорює аналізування наслідків. Однак це аналізування зосереджене на бар'єрах між причинами та ризиком, а також між ризиком і наслідками.

Аналіз діаграми «краватка-метелик» застосовують, щоб відобразити ризик із зазначенням низки можливих причин і наслідків.

Діаграма «краватка-метелик» показує основні шляхи ризику та

запроваджені бар'єри для запобігання небажаних наслідків або їх пом'якшення, стимулювання бажаних наслідків або сприяння їм (рис. 3).

Джерела ризику



ПРИКЛАД ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ «КРАВАТКА-МЕТЕЛИК»¹

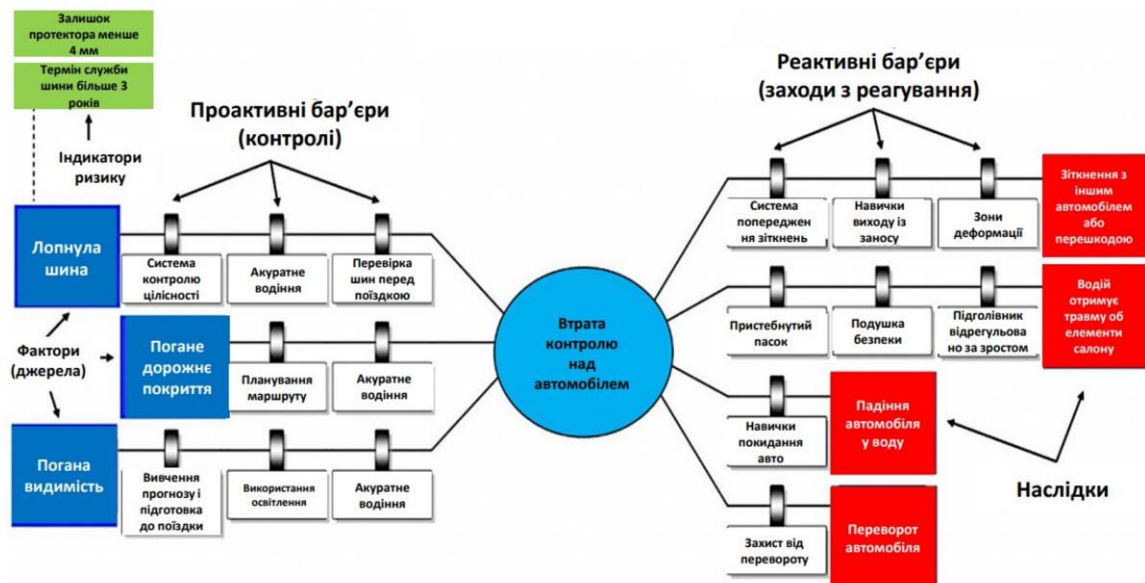
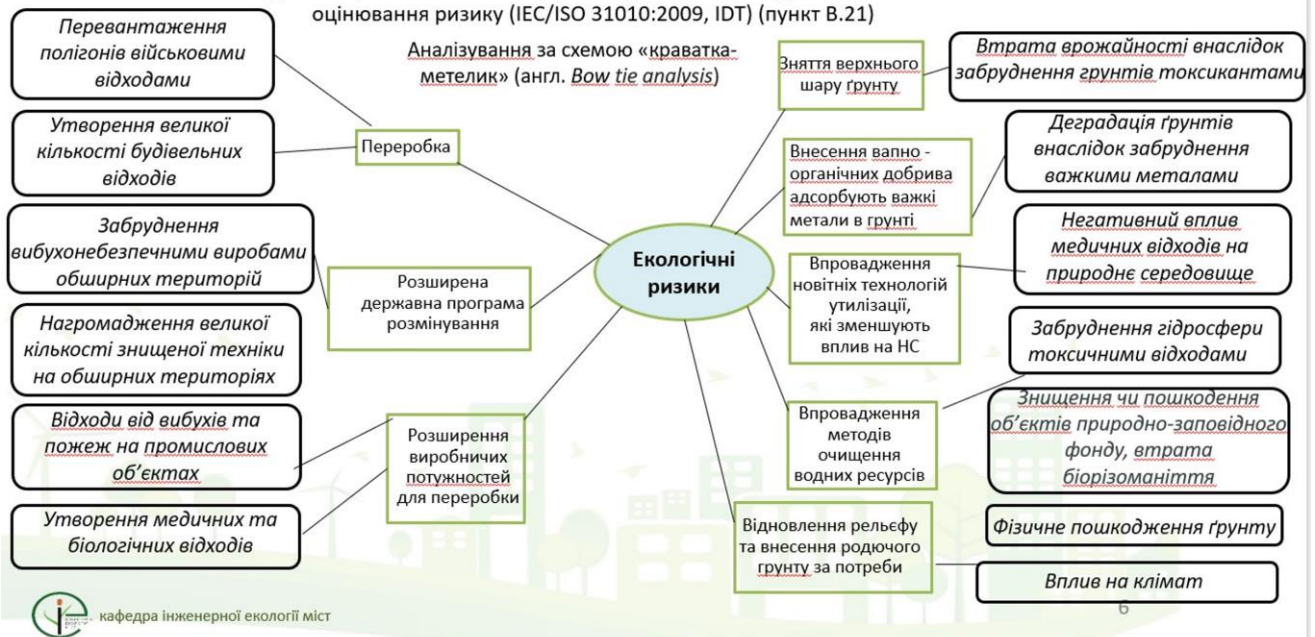


Рисунок 3 – Приклади застосування методу В.21 «краватка-метелик»

Екологічні ризики для навколишнього середовища від військових відходів

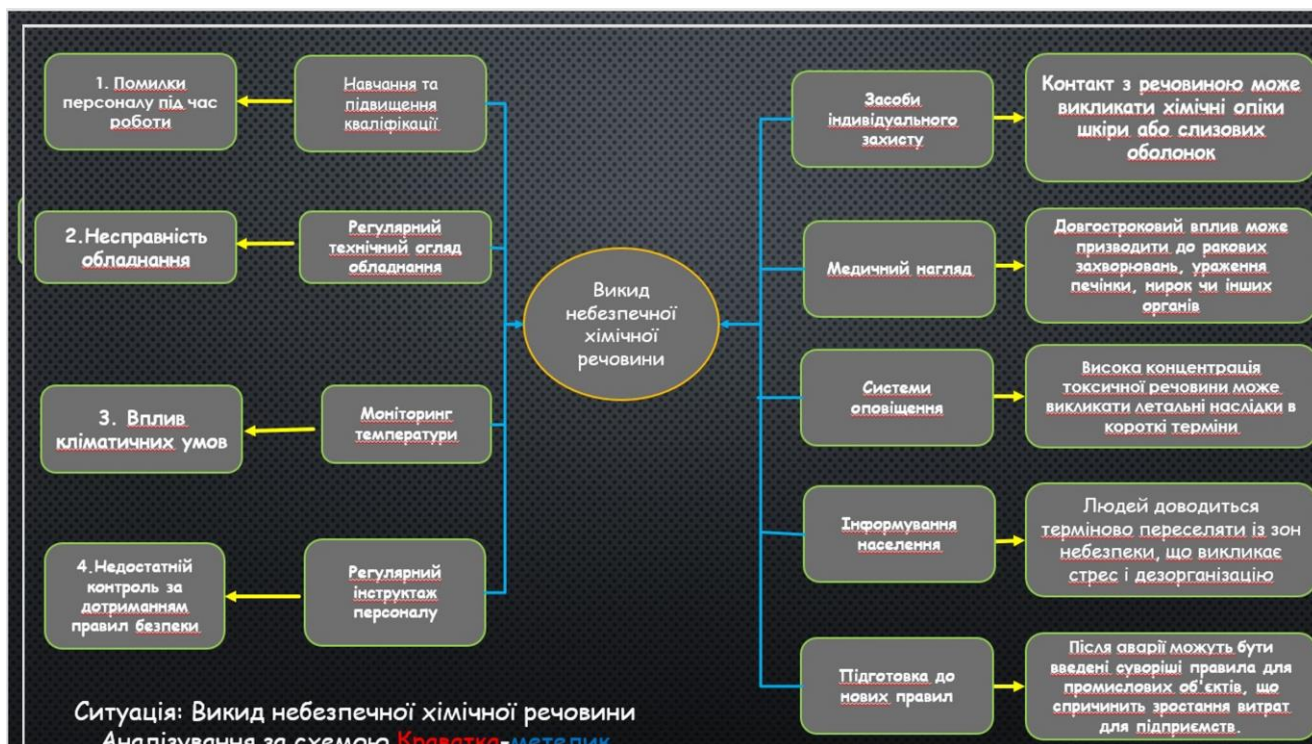
ДСТУ ІЕС/ІСО 31010:2013 Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику (ІЕС/ІСО 31010:2009, ІДТ) (пункт В.21)



В.21 «Краватка-метелик»



Продовження рисунка 3



Закінчення рисунка 3

3. *Робота з ДСТУ IEC/ISO 31010:2013 Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику. Аналізування ризиків за схемою «Що- якщо?».*

Хоча методику SWIFT спочатку було розроблено для дослідження небезпечних чинників на підприємствах хімічної та нафтохімічної промисловості, зараз її широко застосовують щодо систем, технічних об'єктів, процедур і організацій загалом. Зокрема, її застосовують для дослідження наслідків змін, а також ризиків, які через це можуть виникнути чи теж зазнати змін.

Метод «Що- якщо» (або англійською «SWIFT» – Structured «What If» Technique) – це інструмент оцінювання ризиків, який застосовують для аналізу можливих несподіваних ситуацій, визначення загроз та пошуку шляхів їх мінімізації. Метод дозволяє критично переглядати процеси, проекти чи системи через серію питань, які починаються зі слів «Що, якщо...?».

Механізм роботи методу SWIFT:

1. Формулювання цілей.
2. Створення команди експертів.

3. Генерація питань.
4. Аналіз ризиків.
5. Розробка рішень. Пропонуються заходи для уникнення ризиків або мінімізації їхніх наслідків.
6. Документування.

Ситуація: Збройний напад або несанкціоновані дії фізичних осіб стосовно ядерних об'єктів

Метод: Структурований метод «Що-якщо» (SWIFT)

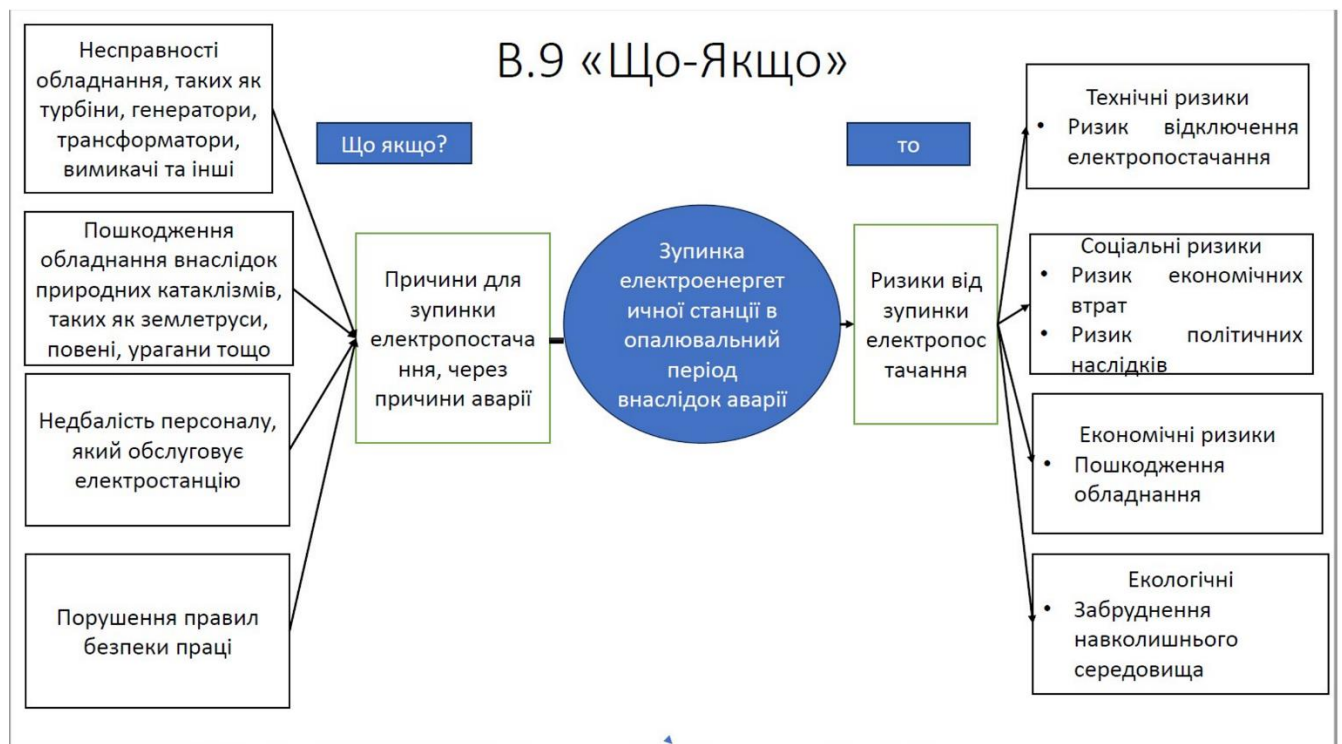
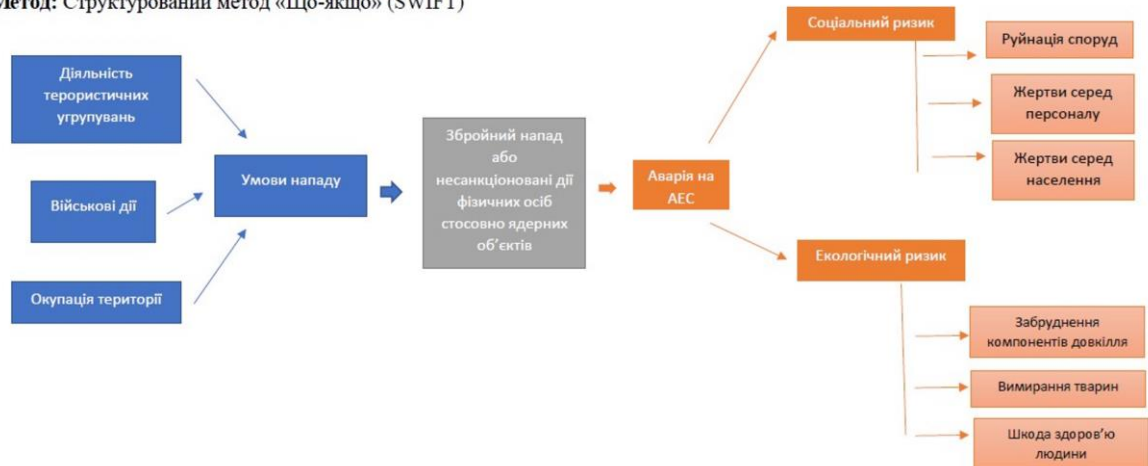
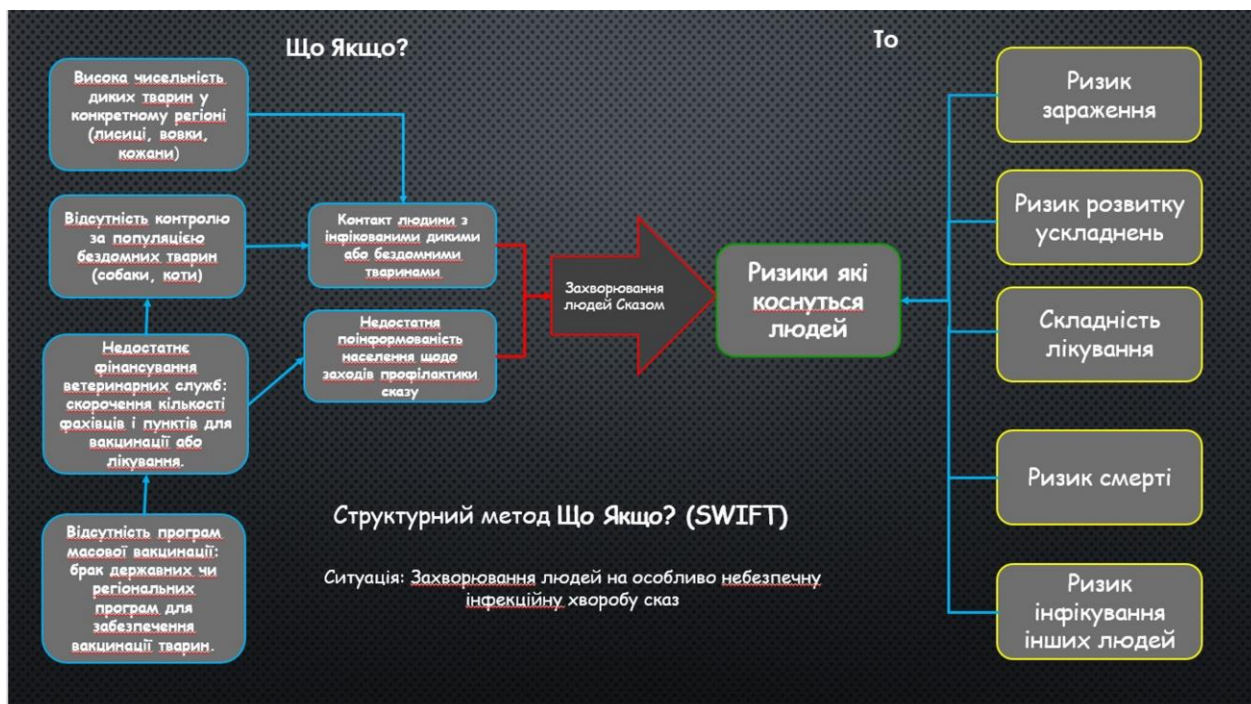
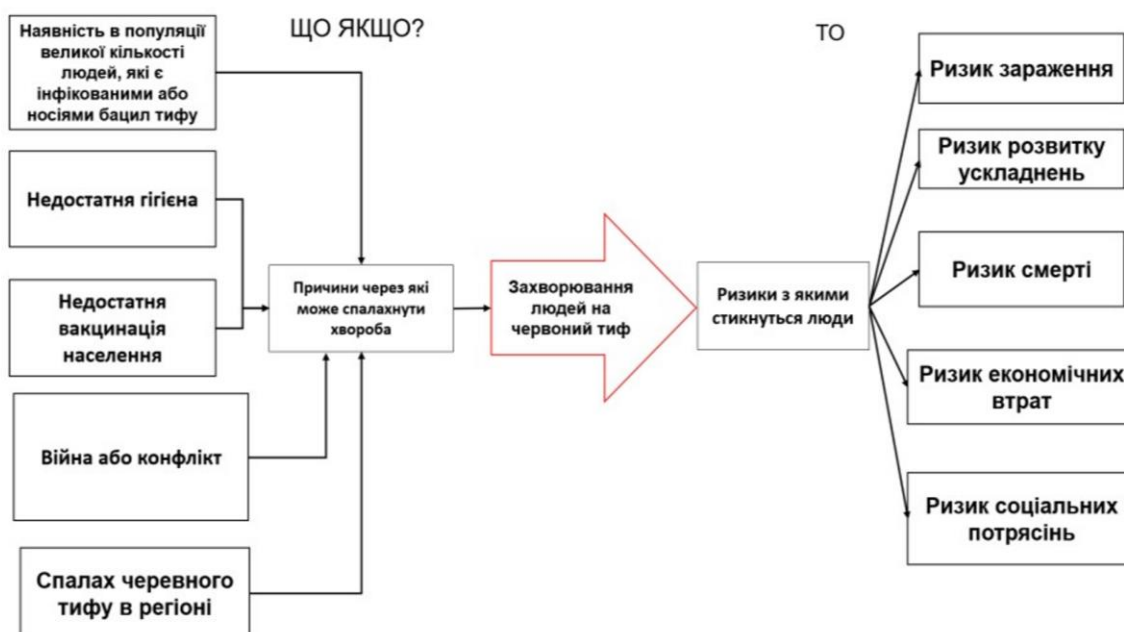


Рисунок 4 – Приклади застосування методу V.9 «Що-якщо»



В9. Структурований метод «Що – якщо» (SWIFT).

Ситуація: Захворювання людей на червоний тиф.



Продовження рисунка 4

4. *Робота з ДСТУ Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику. Аналізування ризиків за діаграмою Ішікави «Риб'ячий кістяк».*

Аналіз причинно-наслідкових зв'язків – структурований метод, який дає змогу ідентифікувати можливі причини небажаної події чи проблеми. Він

систематизує можливі зумовлювальні чинники у загальні категорії так, що можна розглядати всі можливі гіпотези. Інформацію подають у формі діаграми Ішікави («риб'ячого кістяка»), її структурують шляхом поділу причин на основні категорії (подані лініями, що відходять від риб'ячого хребта), використовуючи гілки та підгілки, які описують конкретніші причини в цих категоріях (рис. 5).

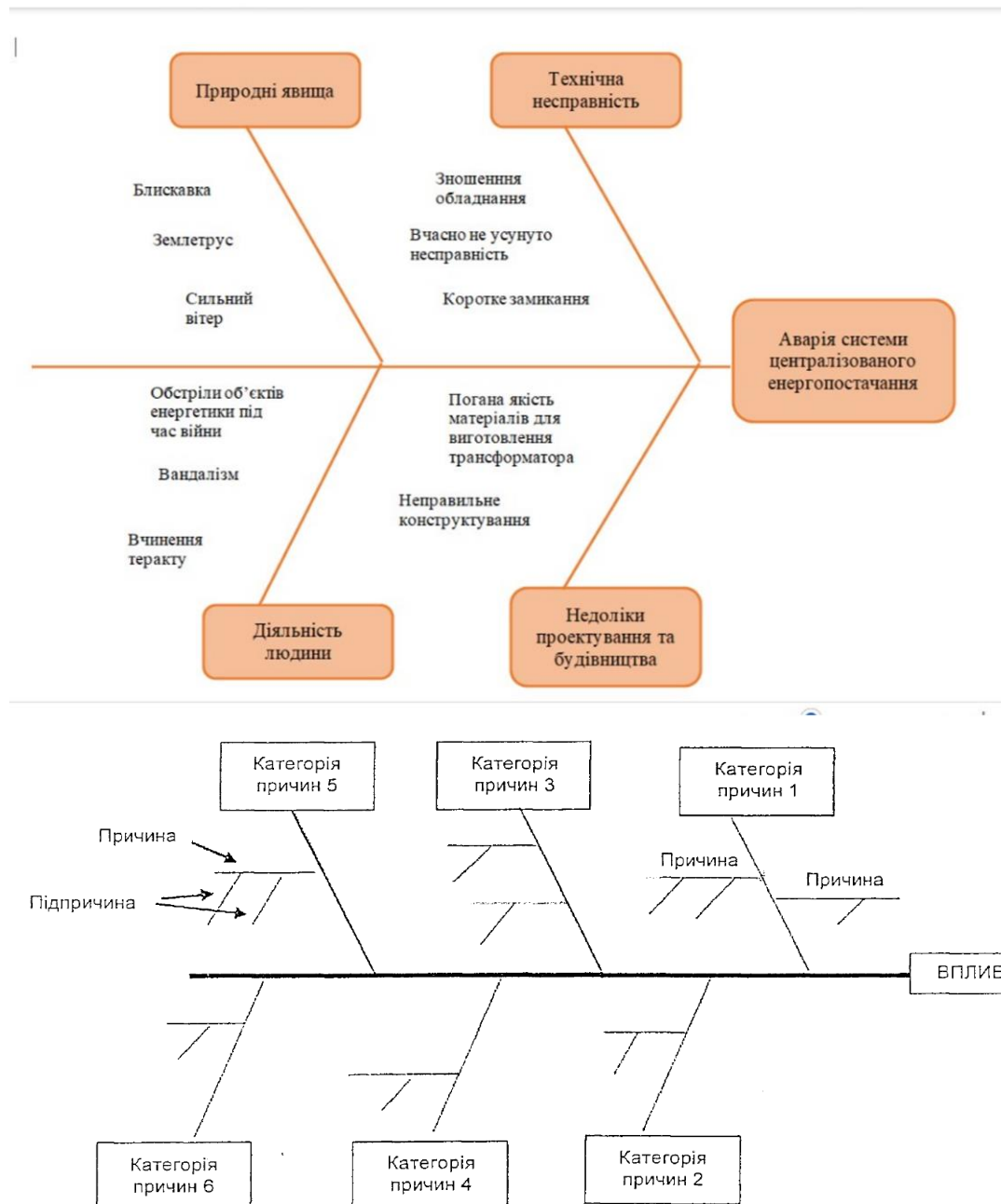


Рисунок 5 – Приклади застосування методу В.17 діаграми Ішікави «Риб'ячий кістяк»

В17. Аналізування причинно-наслідкових зв'язків (діаграма Ісікави = риб'ячого кістяка)

Ситуація: Руйнування пульпопроводу на гірнично-металургійному заводі



Продовження рисунка 5



Закінчення рисунка 5

Розв'язування задач на визначення ризику

Приклад 1. Визначити ймовірність загибелі людини при проживанні і роботі в м. Луганську при чисельності населення 491,9 тис. осіб, якщо щорічно в місті гине від різних причин 1 000 осіб.

Розв'язання.

Визначається ймовірність загибелі людини за формулою

$$P_i = \frac{n}{N} = \frac{1 \cdot 10^3}{491,9 \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-3}$$

Висновок: ймовірність летального випадку при проживанні та роботі в м. Луганську, розрахована для зазначених умов, є неприпустимою.

Приклад 2. Визначити ймовірність загибелі людини на виробництві в Україні за рік, якщо щорічно (відповідно до статистики) гине $n = 2,5$ тис. осіб, кількість працівників становить $N = 23$ млн осіб.

Розв'язання.

Ймовірність загибелі людини на виробництві визначається за формулою

$$P_{\text{imp}} = \frac{n}{N} = \frac{2,5 \cdot 10^3}{23 \cdot 10^6} \approx 10^{-4}$$

Висновок: розрахункове значення частоти летальних випадків за рік на виробництві в Україні перевищує прийнятне значення ймовірності летальних випадків для міжнародної практики (10^{-6}).

Приклад 3. Визначити індивідуальний ризик загибелі та ризик стати жертвою нещасного випадку жителя А, який проживає в населеному пункті, що нараховує 300 жителів (N_0). Відповідно до наявної статистики за останні 50 років (T) 10 жителів цього пункту (N_{π}) загинуло, 200 жителів ($N_{\text{тр}}$) постраждали в результаті нещасних випадків. Чисельність населення цього пункту протягом 50-ти років залишалася незмінною. Житель А 40 год на тиждень виїжджає на роботу в найближче місто, 4 тижні на рік він відпочиває з виїздом із населеного пункту, 2 тижні щороку проводить у далеких відрядженнях, а інший час протягом року перебуває в місці проживання.

Розв'язання.

1. Розраховується індивідуальний ризик загибелі жителя А ($R_{\text{ІЗ}}$) для таких умов за формулою

$$R_{\text{ІЗ}} = \frac{N_{\pi} \cdot D \cdot t}{T \cdot N_0 \cdot d \cdot t_d}, \quad (\text{смертей / осіб за період 50 років}),$$

де $R_{\text{ІЗ}}$ – індивідуальний ризик загибелі жителя А, смертей / осіб за період 50 років;

N_{π} – кількість загиблих жителів населеного пункту (10 осіб);

D – кількість тижнів у році, коли житель А проживає в населеному пункті; визначається за формулою

$$D = d - O - K,$$

де d – кількість тижнів у році ($d = 52$);

O – кількість тижнів відпочинку (4 тижні на рік за умовою задачі);

K – кількість тижнів у році коли житель А перебуває у відрядженнях (2 тижні на рік за умовою задачі);

$$D = 52 - 4 - 2 = 46, \text{ тижнів.}$$

t – кількість годин на тиждень, коли житель А наражається на небезпеку в своєму населеному пункті. Визначається за формулою

$$t = t_d - M, \text{ год},$$

де t_d – кількість годин у тиждні ($t_d = 24 \cdot 7 = 168$ год);

M – кількість годин на тиждень, витрачені жителем А на роботу поза пунктом проживання (40 год/тиждень за умовою задачі):

$$t = 168 - 40 = 128, \text{ год}.$$

T – статистичний період спостережень (50 років за умовою задачі);

N_0 – кількість жителів, що проживають у населеному пункті ($N_0 = 300$ осіб).

Після підстановки чисельних значень у формулу одержимо:

$$R_{\text{із}} = \frac{10 \cdot 46 \cdot 128}{50 \cdot 300 \cdot 52 \cdot 168} = \frac{58880}{131040000} = 4,5 \cdot 10^{-4} \quad (\text{смертей/осіб за період 50 років}).$$

2. Розраховується індивідуальний ризик стати жертвою нещасного випадку будь-якого ступеня важкості для жителя А за формулою

$$R_{\text{іж}} = \frac{(N_n + N_{\text{тр}}) \cdot D \cdot t}{T \cdot N_0 \cdot d \cdot t_d}, \quad (\text{НВ/осіб за період 50 років}),$$

де $N_{\text{тр}}$ – кількість жителів цього населеного пункту, що одержали травми в результаті нещасного випадку за період часу обліку статистичних даних (200 осіб).

$$R_{\text{іж}} = \frac{(10 + 200) \cdot 46 \cdot 128}{50 \cdot 300 \cdot 52 \cdot 168} = \frac{1236480}{131040000} = 94,4 \cdot 10^{-4}, \quad (\text{НВ/осіб за 50 років}).$$

Висновки:

1. Індивідуальний ризик загибелі жителя А значно перевищує індивідуальний прийнятний ризик.
2. Імовірність стати жертвою нещасного випадку будь-якого ступеня важкості у жителя А у 21 раз вище, ніж загинути.
3. Індивідуальний ризик нещасного випадку жителя А належить до неприпустимого ризику.

Контрольні запитання до ЗМ 2

1. Що таке ризик? Формула для визначення ризику.
2. Призначення ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013 Керування ризиком.

Методи загального оцінювання ризику.

3. Міжнародна організація зі стандартизації та стандартизація в Україні.
4. Охарактеризуйте оцінювання ризику «Мозкова атака».
5. Охарактеризуйте оцінювання ризику «Метод Дельфі».
6. Охарактеризуйте оцінювання ризику «Метод HAZOP».
7. Охарактеризуйте оцінювання ризику «Структурований метод «Що-якщо» (SWIFT)».
8. Охарактеризуйте оцінювання ризику «Аналізування «дерева подій» (ETA).
9. Охарактеризуйте оцінювання ризику «Аналізування «дерева відмов» (РТА).
10. Охарактеризуйте оцінювання ризику «Аналізування причинно-наслідкових зв'язків (діаграма Ішікави («Риб'ячий кістяк»))».
11. Охарактеризуйте оцінювання ризику «Аналізування діаграми «краватка-метелик».
12. Охарактеризуйте оцінювання ризику «Матриця наслідків / імовірностей».

Змістовий модуль 3 Прогнозування вразливості та стійкості екологічних систем

Модуль передбачає проведення практичних занять за такими темами:

1. Побудова оптимістичного, песимістичного та реалістичного сценаріїв на основі різних варіантів впливу.

Побудова оптимістичних, песимістичних і реалістичних сценаріїв – це метод аналізу, який використовується для прогнозування розвитку ситуації на

основі різних варіантів впливу та умов. Він допомагає врахувати можливі ризики, можливості та невизначеності для прийняття зважених рішень.

Алгоритм побудови сценаріїв:

1. *Визначення мети аналізу:* яку проблему чи систему аналізуємо? які фактори впливу враховуються (екологічні, економічні, соціальні, технічні тощо)? яка шкала часу (короткостроковий, середньостроковий чи довгостроковий прогноз)?

2. *Ідентифікація ключових факторів впливу:* які чинники найбільше впливають на систему? Наприклад, у випадку аналізу екосистеми це можуть бути: темпи вирубки лісів, рівень забруднення, кліматичні зміни.

3. *Збір даних і визначення вихідних умов:* який поточний стан системи? які тенденції наявні? які ризики та невизначеності варто врахувати?

4. *Розробка сценаріїв.*

Сценарій 1, оптимістичний: найкращий можливий розвиток подій; передбачає максимальну ефективність заходів, мінімальні ризики і зовнішні загрози. Наприклад, реалізація усіх природоохоронних заходів, припинення вирубок, відновлення екосистем.

Сценарій 2, песимістичний: найгірший можливий розвиток подій; передбачає несприятливі фактори, неефективність заходів чи посилення негативних тенденцій. Наприклад, подальше знищення середовищ існування, збільшення забруднення, втрата біорізноманіття.

Сценарій 3, реалістичний: найбільш імовірний розвиток подій, враховуючи існуючі тенденції, можливості та ризики. Наприклад, часткове впровадження природоохоронних заходів, контроль окремих загроз.

5. *Моделювання впливу:* для кожного сценарію моделюються наслідки впливу на систему. Для цього використовуються аналітичні, статистичні або математичні моделі. Наприклад, прогноз змінювання площі лісів залежно від рівня вирубки.

6. *Оцінка сценаріїв:* аналіз переваг і недоліків кожного сценарію;

визначення ключових ризиків і можливостей; порівняння результатів із метою аналізу.

7. *Розробка рекомендацій.* На основі аналізу сценаріїв формуються стратегії управління: заходи для реалізації оптимістичного сценарію, плани мінімізації ризиків песимістичного сценарію, рекомендації для адаптації до реалістичного сценарію.

Приклад: оцінка стану водного басейну.

1. Оптимістичний сценарій: впроваджено сучасні технології очищення води; заборонено скид стічних вод; відновлено водні екосистеми. Результат: поліпшення якості води, зростання біорізноманіття.

2. Песимістичний сценарій: посилення забруднення через промисловість; зростання температури внаслідок кліматичних змін. Результат: екологічна катастрофа, втрата екосистем.

3. Реалістичний сценарій: часткове очищення води, але недостатнє фінансування для комплексних заходів; поступове погіршення стану, але без катастрофічних наслідків.

Метод побудови сценаріїв дозволяє передбачити й оцінити можливі результати для ефективного планування дій.

Визначення порогів вразливості: оцінка «точок неповернення» та аналіз здатності до відновлення після порушень.

Визначення порогів вразливості та оцінка точок неповернення є складним процесом, який передбачає використання багатофакторного аналізу, математичних моделей та інструментів для оцінки ризиків. Основні етапи цього процесу такі:

I. Збір даних: 1) *біофізичні показники:* аналіз даних про стан екосистем (температура, вологість, забруднення, біорізноманіття); 2) *антропогенні впливи:* визначення джерел і масштабів людського впливу на природні системи (вирубка лісів, сільське господарство, промисловість); 3) *історичні дані:* аналіз попередніх змін в екосистемах, які можуть допомогти виявити порогові

значення.

II. Моделювання системи: 1) *сценарний аналіз*: створення моделей розвитку подій за різних умов (наприклад, як зміниться біорізноманіття при певному рівні забруднення); 2) *виявлення тригерів*: визначення змінних, які можуть стати каталізаторами порушень (наприклад, підвищення температури на певний рівень).

III. Оцінка порогів вразливості: 1) встановлення критичних значень параметрів (наприклад, концентрація токсичних речовин або площа вирубаних лісів), після яких система переходить у нестабільний стан; 2) використання меж стійкості екосистем для визначення, коли система може втратити здатність до самовідновлення.

IV. Ідентифікація точок неповернення: 1) точка неповернення визначається, коли система стає неспроможною повернутися до початкового стану навіть за умови усунення негативних впливів; 2) це може включати оцінку змін у ключових екосистемних процесах, таких як кругообіг води, деградація ґрунтів або зменшення популяцій видів нижче критичного рівня.

V. Моніторинг та перевірка: 1) постійний моніторинг параметрів системи для підтвердження визначених порогів і точок неповернення; 2) удосконалення моделей на основі нових даних.

VI. Розробка адаптивних стратегій: 1) розробка заходів для запобігання досягненню точок неповернення; 2) формування рекомендацій для управління екосистемами, які враховують порогові значення.

Цей підхід забезпечує розуміння меж стійкості природних систем і дозволяє мінімізувати екологічні ризики шляхом вчасного реагування.

Прогнозування аварійних викидів: оцінка поширення радіоактивних, хімічних або біологічно небезпечних речовин після катастроф за допомогою моделей HotSpot (радіація), ALOHA (хімічні аварії).

Прогнозування аварійних викидів за допомогою моделей HotSpot та ALOHA є сучасним методом оцінки ризиків, що дозволяє моделювати

поширення небезпечних речовин в атмосфері та визначати потенційні зони ураження. Кожна з цих моделей має свої особливості використання та можливості:

I. HotSpot — це програмне забезпечення, яке використовується для оцінки впливу радіоактивних аварійних викидів.

Основні функції: 1) розрахунок розподілу радіоактивних матеріалів у навколишньому середовищі; 2) моделювання розсіювання частинок у повітрі в залежності від метеорологічних умов (швидкість вітру, напрям, стабільність атмосфери); 3) оцінка рівня радіоактивного опромінення на певних відстанях від джерела; 4) розрахунок зон небезпеки для населення (зони евакуації, ізоляції).

Етапи прогнозування:

1. Введення параметрів джерела (тип радіоактивного матеріалу, інтенсивність викиду).

2. Задання метеорологічних даних (температура, швидкість і напрям вітру).

3. Аналіз результатів: отримання даних про концентрацію забруднення, зони ураження і ризику для здоров'я.

II. ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres). ALOHA — це модель, призначена для прогнозування аварійних викидів хімічно небезпечних речовин.

Основні функції: 1) моделювання розсіювання токсичних газів, рідин чи аерозолів у повітрі; 2) оцінка зон ураження на основі концентрацій речовин (зона летального ураження, зона небезпеки для здоров'я, зона запаху); 3) врахування фізико-хімічних властивостей речовини, метеорологічних умов і характеристик джерела (розмір отвору, тиск); 4) створення візуальних карт зон впливу.

Етапи прогнозування:

I. Введення даних про аварію: 1) тип речовини (з бази даних ALOHA або

з введення користувача); 2) характеристики джерела викиду (розмір резервуара, витік через отвір); 3) метеорологічні дані (температура, швидкість вітру, стабільність атмосфери).

II. Розрахунок зон небезпеки: 1) прогнозування концентрації речовини у різних точках; 2) визначення зон ураження відповідно до стандартів токсичності (ERPG, IDLH).

III. Візуалізація результатів: карта зон ризику.

Для прогнозування аварійних викидів залежно від ситуації можна використовувати обидві моделі. Наприклад: 1) у випадку викиду токсичних газів з хімічного підприємства більше підходить ALOHA; 2) для інцидентів на атомних станціях або інших ядерних об'єктах – HotSpot.

Поєднання цих моделей дозволяє ефективніше оцінювати ризики і планувати заходи щодо захисту населення.

Прогнозування впливу діяльності людини чи природних процесів на біорізноманіття та екосистеми за допомогою моделі InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs).

Прогнозування впливу діяльності людини чи природних процесів на біорізноманіття та екосистеми за допомогою моделі InVEST є одним із найсучасніших підходів для оцінки екосистемних послуг та управління природними ресурсами.

InVEST – це програмне забезпечення для просторового моделювання, яке оцінює екосистемні послуги, їх вплив на суспільство та можливі компроміси між різними сценаріями використання землі чи води. Воно розроблене для підтримки прийняття рішень у галузі сталого розвитку.

Можливості моделі InVEST:

I. Оцінка екосистемних послуг: 1) збереження водних ресурсів (водозбірні басейни, якість води); 2) вуглецевий баланс (вуглецеве зберігання та секвестрація); 3) захист від ерозії ґрунтів; 4) природне середовище для біорізноманіття; 5) рекреаційні послуги.

II. Прогнозування змін: 1) вплив діяльності людини (сільське господарство, урбанізація, лісозаготівля); 2) наслідки змінювання клімату; 3) вплив природних процесів (повені, посухи, деградація земель).

III. Аналіз сценаріїв: 1) порівняння різних сценаріїв використання землі (наприклад, розширення сільгоспугідь чи збереження лісів); 2) визначення компромісів між економічним розвитком і збереженням екосистем.

Основні етапи роботи з InVEST:

I. Збір даних: 1) геопросторові дані (цифрова карта висот, типи земельного покриву, гідрографія); 2) біофізичні дані (вуглецевий баланс, ерозія ґрунту, біорізноманіття); 3) соціально-економічні дані (щільність населення, місцеве споживання ресурсів).

II. Підготовка сценаріїв: 1) визначення базового сценарію (поточний стан екосистем); 2) створення альтернативних сценаріїв (наприклад, урбанізація, консервація природних територій).

III. Моделювання: 1) вибір відповідного модуля InVEST (наприклад, «Habitat Quality» для оцінки біорізноманіття); 2) введення даних і параметрів (наприклад, чутливість видів до впливу людини); 3) розрахунок впливу діяльності на екосистемні послуги.

IV. Аналіз результатів: 1) отримання карт ризиків, втрат біорізноманіття або змін екосистемних послуг; 2) визначення зон пріоритетного збереження; 3) оцінка компромісів між різними сценаріями.

Приклад застосування InVEST:

Сценарій: оцінка впливу розширення сільськогосподарських угідь на біорізноманіття та вуглецевий баланс у регіоні.

Етапи:

I. Збір даних: 1) карта земельного покриву (існуючі ліси, орні землі, пасовища); 2) біофізичні параметри (швидкість секвестрації вуглецю для кожного типу землі).

II. Моделювання: 1) використання модуля «Carbon Storage and

Sequestration» для оцінки втрат вуглецю через вирубку лісів; 2) модуль «Habitat Quality» для оцінки втрат середовища існування ключових видів.

III. Аналіз результатів: 1) карта зон втрат біорізноманіття та зменшення вуглецевого балансу; 2) рекомендації щодо зон пріоритетного збереження.

Переваги використання InVEST:

1. Можливість оцінювати компроміси між екологічними та економічними пріоритетами.

2. Інтеграція просторових даних для точного прогнозування.

3. Підтримка сталого управління природними ресурсами.

Модель InVEST – це потужний інструмент для прийняття обґрунтованих рішень, що допомагає знайти баланс між потребами людини та збереженням екосистем.

Контрольні запитання до ЗМЗ

1. Охарактеризуйте метод аналізу побудову оптимістичного сценарію для прогнозування розвитку ситуації.

2. Охарактеризуйте метод аналізу побудову песимістичного сценарію для прогнозування розвитку ситуації.

3. Охарактеризуйте метод аналізу побудову реалістичного сценарію для прогнозування розвитку ситуації.

4. Як ви розумієте поняття «поріг вразливості»?

5. Що таке здатність до відновлення після порушень?

6. Охарактеризуйте метод оцінки ризиків прогнозування аварійних викидів за допомогою моделі HotSpot.

7. Охарактеризуйте метод оцінки ризиків прогнозування аварійних викидів за допомогою моделі ALOHA.

8. Прогнозування впливу діяльності людини чи природних процесів на біорізноманіття та екосистеми за допомогою моделі InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs).

2 САМОСТІЙНА РОБОТА З ДИСЦИПЛІНИ

Самостійна робота 1 Кліматичні загрози та ризики.

Підготувати наукове есе на тему «Кліматичні загрози та ризики». У роботі потрібно проаналізувати та узагальнити наукові статті, присвячені кліматичним загрозам та ризикам, виокремити найбільш вивчені та найбільш проблемні питання. Обов'язково посилатися на використані джерела (має бути список джерел), уникати цитувань та запозичень.

Вимоги: 1,5–3 сторінки тексту; шрифт – Times New Roman, 12–14 пт, інтервал – 1,2.

Файл – у форматі .pdf

Рекомендовані джерела (список невичерпний).

Есе – це невеликий за обсягом твір, який розкриває власну позицію та міркування автора з певного питання. Робота над есе формує вміння та навички письмового викладення власних думок та творчого мислення.

Самостійна робота 2 Основні напрями застосування методів прогнозування та моделювання в екології.

Основні напрями застосування методів прогнозування та моделювання в екології охоплюють широкий спектр завдань, спрямованих на дослідження, оцінку ризиків та прийняття рішень для збереження довкілля та сталого розвитку. Підготувати наукове есе на одну з таких тем:

1. Оцінка змін клімату.
2. Моделювання екосистем.
3. Аналіз біорізноманіття.
4. Оцінка екологічних ризиків.
5. Моделювання гідрологічних процесів.
6. Просторове моделювання та оцінка землекористування.
7. Прогнозування поширення інвазивних видів.
8. Управління відходами та забрудненням.

9. Збереження вуглецю та пом'якшення кліматичних змін.

10. Планування природоохоронних заходів.

Методи прогнозування та моделювання дозволяють не лише оцінювати сучасний стан екосистем, але й прогнозувати майбутні зміни, знаходити компроміси між економічним розвитком і екологічною стійкістю та приймати рішення на підставі наукових даних.

У роботі необхідно використовувати наукові публікації, практичні посібники та рекомендації, матеріали лекцій, інші джерела. Оформити у вигляді текстового файлу. Посилання на джерела літератури обов'язкове.

Самостійна робота 3 Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру.

У сучасному світі, що стрімко розвивається, загрози техногенного та природного характеру стають усе більш актуальними. Техногенні катастрофи, спричинені людською діяльністю, та природні явища, які зазвичай мають руйнівний характер, можуть завдати серйозної шкоди життю, здоров'ю людей і навколишньому середовищу. Захист населення і територій від таких надзвичайних ситуацій є важливим завданням, яке потребує комплексного підходу, злагоджених дій держави, громадян та фахівців із цивільного захисту.

Підготувати наукове есе на одну з таких тем:

Надзвичайні ситуації техногенного характеру:

I. Промислові аварії: 1) вибухи на заводах (наприклад, аварія на хімічному заводі в Бхопалі, Індія, 1984 рік); 2) розлив токсичних речовин, зокрема, аварія на підприємстві у Кам'янське, Україна.

II. Транспортні катастрофи: 1) зіткнення потягів (наприклад, залізнична аварія в Греції, 2023 рік); 2) корабельні аварії (катастрофа танкера «Еххон Valdez», 1989 рік, яка призвела до масштабного розливу нафти).

III. Енергетичні аварії: 1) аварія на Чорнобильській АЕС (Україна, 1986 рік); 2) вибух на атомній електростанції Фукусіма-1 (Японія, 2011 рік).

IV. Гідротехнічні аварії: 1) руйнування дамби на річці Янцзи (Китай, 1975 рік); 2) підрив Каховської ГЕС (Україна, 2023 рік), що спричинив затоплення значних територій.

V. Пожежі: 1) пожежі на нафтобазах (наприклад, пожежа на нафтобазі у Василькові, Україна, 2015 рік); 2) вибухи газопроводів (аварія у Мексиці, 2010 рік).

Надзвичайні ситуації природного характеру:

I. Землетруси: 1) землетрус у Туреччині та Сирії (2023 рік); 2) землетрус у Гаїті (2010 рік), який забрав тисячі життів.

II. Повені: 1) повінь у Західній Європі (Німеччина та Бельгія, 2021 рік); 2) катастрофічна повінь у Карпатах (Україна, 2008 рік).

III. Урагани та тайфуни: 1) ураган «Катріна» (США, 2005 рік), що спричинив масштабні руйнування в Новому Орлеані; 2) тайфун «Хайян» (Філіппіни, 2013 рік).

IV. Лісові пожежі: 1) пожежі в Австралії (2019–2020 рр.), які знищили мільйони гектарів лісів; 2) лісові пожежі в Каліфорнії (США, 2020 рік).

V. Цунамі: 1) цунамі в Індійському океані (2004 рік), спричинене землетрусом; 2) цунамі в Японії після землетрусу (2011 рік).

VI. Стихійні посухи: 1) посуха в країнах Африки (Ефіопія, Сомалі, 2011 рік); 2) посуха в Україні (особливо в південних регіонах, 2020 рік).

VII. Селеві потоки та зсуви ґрунту: 1) зсув у Колумбії (2017 р.), що зруйнував місто Мокоа; 2) селеві потоки в Карпатах, Україна.

У роботі необхідно використовувати наукові публікації, практичні посібники та рекомендації, матеріали лекцій, інші джерела. Оформити у вигляді текстового файлу. Посилання на літературні джерела обов'язкове.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про об'єкти підвищеної небезпеки : Закон України від 09.04.2014 № 1193-VII // Відомості Верховної Ради України. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text>, вільний (дата звернення: 12.06.2025). – Назва з екрана.
2. Про Державну комісію з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій : Постанова КМ України від 26.01.2015 № 18. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/18-2015-%D0%BF#Text>, вільний (дата звернення: 12.06.2025). – Назва з екрана.
3. Про затвердження Класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій : Наказ МВС України від 06.08.2018 № 658. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0969-18#Text>, вільний (дата звернення: 12.06.2025). – Назва з екрана.
4. Про зону надзвичайної екологічної ситуації : Закон України від 23.12.2015 № 4. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1908-14#Text> вільний (дата звернення: 12.06.2025). – Назва з екрана.
5. Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями : Постанова КМ України від 29.05.2013 № 380. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/368-2004-%D0%BF#Text>, вільний (дата звернення: 12.06.2025). – Назва з екрана.
6. Порядок функціонування державної системи моніторингу довкілля та її підсистем : Постанова КМУ від 13 червня 2024 р. № 684. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/684-2024-%D0%BF#Text> вільний (дата звернення: 12.06.2025). – Назва з екрана.
7. Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності : Закон України від 03.12.2021 № 1054-IX. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/877-16#Text> вільний (дата звернення: 12.06.2025). – Назва з екрана.

8. Сталінська І. В. Аспекти екологічної безпеки в системі «тверді побутові відходи – навколишнє середовище – здоров'я людини» / І. В. Сталінська // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – Львів, 2016. – Вип. 26.7. – С. 238–245. – Існує електрон. версія (Режим доступу: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2016/26_7/1.pdf, вільний).

9. Сталінська І. В. Конспект лекцій з дисципліни «Забезпечення екологічної безпеки» (для студентів 5 курсу денної та заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр», спеціальності 8.04010603 – Екологічна безпека) / І. В. Сталінська ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 92 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/147455445.pdf>, вільний).

10. Сталінська І. В. Зниження екологічного ризику при поводженні з побутовими медичними відходами / І. В. Сталінська, О. О. Абазін // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки. – Рівне, 2020. – Вип. 1 (89). – С. 74–83. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: <http://visnyk.nuwm.edu.ua/index.php/tehn/issue/archive>, вільний).

11. Сталінська І. В. Управління екологічними ризиками цукрового виробництва. / І. В. Сталінська, О. В. Хандогіна // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – Львів, 2023. – Т. 33. – № 1. – С. 39–44. – Існує електрон. версія (Режим доступу: <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/2478/2487>, вільний).

12. Сталінська І. В. Зменшення екологічного ризику полігонів твердих побутових відходів / І. В. Сталінська // Екологічні науки : науково-практичний журнал. – 2022. – Вип. 4 (43). – С. 185–189. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/4/31.pdf>, вільний).

13. Стешенко О. Д. Ризикологія : навч. посіб. / О. Д. Стешенко. – Харків : УкрДУЗТ, 2019. – 180 с.

14. Писаревський І. М. Управління ризиками : навч. посіб. / І. М. Писаревський, О. Д. Стешенко. – Харків : ХНАМГ, 2008. – 124 с.
15. Верховна Рада України [Електрон. ресурс] : сайт. – Електрон. текст. дані. – Оновлюється постійно. – Режим доступу: <http://rada.gov.ua/>, вільний (дата звернення: 12.06.2025). – Назва з титул. екрана.
16. Міністерство розвитку громад та територій України [Електрон. ресурс] : сайт. – Електрон. текст. дані. – Оновлюється постійно. – Режим доступу: <http://minregion.gov.ua/>, вільний (дата звернення: 12.06.2025). – Назва з титул. екрана.
17. Зміна клімату в Україні та світі: причини, наслідки та рішення для протидії [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://ecoaction.org.ua/zmina-klimatu-ua-ta-svit.html>, вільний (дата звернення: 12.06.2025). – Назва з титул. екрана.
18. Changing the wind parameters on the Ukrainian territory during global climate changes [Electronic resource] / Laylko V. I., Elistratova L. A., Apostolov A. A. Khodorovskyi A. Y. // Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine, 10, 2019. – Electronic text data. – – Regime of access: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2019.10.057>, free (date of the application: 12.06.2025). – Header from the screen.
19. Дрозд І. П. Концепція прийнятого ризику та проблеми забезпечення техногенної безпеки в Україні [Електрон. ресурс] / І. П. Дрозд, А. С. Охота // Екологічна безпека та природокористування – 2011. – Вип. 7. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/58177>, вільний (дата звернення: 12.06.2025). – Назва з титул. екрана.
20. Climate Change Knowledge Portal [Electronic resource] / World Bank Group. Ukraine – Climatology and Wind Regime. – 2023. – Electronic text data. – Regime of access: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org>, free (date of the application: 12.06.2025). – Header from the screen.

21. Evaluating Risk [Electronic resource]. – Electronic text data. – Regime of access: [URL:https://ag.purdue.edu/commercialag/farmrisk/evaluating-risk/](https://ag.purdue.edu/commercialag/farmrisk/evaluating-risk/), free (date of the application: 12.06.2025). – Header from the screen.

22. Disaster Risk Management [Electronic resource]. – Electronic text data. – Regime of access: <https://www.undrr.org/terminology/disaster-risk-management>, free (date of the application: 12.06.2025). – Header from the screen.

23. Перші в Україні стратегії адаптації до зміни клімату [Електрон. ресурс] / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/pershi-v-ukrayini-strategiyi-adaptatsiyi-do-zminy-klimatu-sogodni-prezentuvaly-v-kyyyevi/>, вільний (дата звернення: 12.06.2025). – Назва з титул. екрана.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до проведення практичних занять та організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

**«УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В УМОВАХ
ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН ДОВКІЛЛЯ»**

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм
навчання зі спеціальності 101 – Екологія)*

Укладач **СТАЛІНСЬКА** Ірина Вікторівна

Відповідальний за випуск *Т. В. Дмитренко*

Редактор *О. А. Норик*

Комп'ютерне верстання *І. В. Сталінська*

План 2024, поз. 84М

Підп. до друку 16.06.2025. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 2,4.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.