

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут агроекології та
землеустрою
Кафедра екології, технології захисту навколишнього
середовища та лісового господарства

05-02-488М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт
з навчальної дисципліни

«Основи екологічної безпеки та управління ризиками»

для здобувачів вищої освіти третього
(освітньо-наукового) рівня

за освітньо-науковою програмою «Екологія» спеціальності
101 «Екологія»

денної та заочної форми навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІ АЗ
Протокол № 10 від 21.01.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Основи екологічної безпеки та управління ризиками» для здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня за освітньо-науковою програмою «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» денної та заочної форми навчання. [Електронне видання] / Клименко М. О., Прищепя А. М., Бєдункова О. О., Трач Ю. П. – Рівне : НУВГП, 2025. – 68 с.

Укладачі: Клименко М. О., д.с.-г.н., професор, зав. каф. екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства;

Прищепя А. М., д.с.-г.н., професор, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства,

Бєдункова О. О., д.б.н., професор, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства;

Трач Ю. П., д.т.н., доцент, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Відповідальний за випуск: Клименко М. О., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства

Керівник групи забезпечення спеціальності 101 «Екологія»

Бєдункова О. О.

© М. О.Клименко,
А. М.Прищепя,
О. О.Бєдункова,
Ю. С. Трач, 2025
© НУВГП, 2025

ЗМІСТ

1	ВСТУП	4
2	Практична робота №1 Ідентифікація екологічних небезпек та визначення ризикових факторів для екологічних систем різного ступеня трансформації	5
3	Практична робота №2 Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів	15
4	Практична робота №3 оцінки рівня екологічної безпеки-небезпеки регіону з використанням системи індикаторів.	20
5	Практична робота №4 Оцінка неканцерогенного ризику від забруднення атмосфери для населення.	35
6	Практична робота №5 Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря.	45
7	Додатки	52
8	Література	65

ВСТУП

Екологічна безпека є одним з найважливіших аспектів сталого розвитку сучасного суспільства. З огляду на стрімке збільшення навантаження на природні ресурси, а також зміни в екологічній ситуації, питання охорони навколишнього середовища набувають надзвичайної актуальності. Особливо важливим є забезпечення екологічної безпеки на рівні регіонів, де зосереджено велике число підприємств, сільськогосподарських та промислових об'єктів, що можуть становити потенційні джерела екологічних ризиків. Природні загрози є одним із ключових факторів, що можуть значно впливати на стан екологічної безпеки. Вони включають різноманітні стихійні лиха, які можуть призводити до значних змін у природних екосистемах та негативно впливати на життєдіяльність людини. Природні катастрофи здатні руйнувати інфраструктуру, знищувати сільськогосподарські угіддя, викликати забруднення водних та ґрунтових ресурсів, а також сприяти поширенню захворювань.

У той самий час, екологічні ризики, що виникають внаслідок природних загроз, часто ускладнюються антропогенними факторами, такими як нераціональне використання природних ресурсів, урбанізація, зміна клімату та забруднення навколишнього середовища. Ці ризики можуть призводити до порушень природної рівноваги, втрат біорізноманіття, деградації земель та погіршення якості води і повітря. Важливою складовою екологічної безпеки є прогнозування та управління цими загрозами, що дозволяє зменшити їхній негативний вплив на довкілля і суспільство, а також своєчасно вживати заходи для запобігання катастрофічним наслідкам.

Для аспірантів ця дисципліна має ще й значення для поглибленого вивчення теоретичних аспектів екологічної безпеки, а також розробки та проведення наукових досліджень у сфері управління екологічними ризиками.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ НЕБЕЗПЕК ТА ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКОВИХ ФАКТОРІВ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ РІЗНОГО СТУПЕНЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Мета роботи: ідентифікація екологічних небезпек та визначення ризикових факторів для екологічних систем різного ступеня трансформації.

Основні поняття

Сьогодні є актуальним виявлення можливих загроз для природних, природно трансформованих та штучних екосистем внаслідок впливу природних та антропогенних чинників, а також оцінка їх впливу на екологічну безпеку та сталий розвиток територій. Особлива увага приділяється визначенню стратегій для зменшення цих ризиків, що сприяє досягненню сталого розвитку регіону шляхом збереження екологічного балансу та ефективного використання природних ресурсів.

Потенційна екологічна небезпека - це сукупність можливих загроз для живих природних систем та людини. Це поняття тісно пов'язане з потенційним екологічним ризиком, який можна визначити як розрахункову величину, що характеризується як кількісно, так і якісно.

Потенційний екологічний ризик - це ймовірність порушення взаємодії живих організмів з навколишнім середовищем внаслідок впливу природних, антропогенних і техногенних факторів. Частота реалізації потенційного екологічного ризику призводить до виникнення реального екологічного ризику. Виділяють дві основні складові ризику: природну та антропогенну. До природних чинників належать такі негативні явища, як землетруси, повені, зсуви та несприятливі метеорологічні умови. Джерела та райони можливого порушення екологічної рівноваги через техногенні чинники зазвичай є добре локалізованими і

дослідженими. Екологічний ризик особливо характерний для територій, де зосереджено промислові виробництва.

Розгляд питань екологічної безпеки та екологічних ризиків буде здійснюватися у межах екологічних систем різного ступеня трансформації або територій які представлені складними соціо-еколого-економічними системами.

Екологічні системи різного ступеня трансформації - це екосистеми, що зазнали змін внаслідок природних чи антропогенних (людських) впливів. Ступінь трансформації визначається за рівнем змін, яких зазнали природні структури, функції та процеси в екосистемі. В залежності від того, наскільки глибоко втручання змінило екосистему, можна виділити кілька ступенів трансформації.

➤ **Природні екосистеми** - це екосистеми, які не зазнали істотних змін під впливом людської діяльності. Вони функціонують за природними законами, зберігаючи біорізноманіття та природні процеси. Прикладами є ліси, савани, болота, океани та інші природні середовища.

➤ **Природнотрансформовані екосистеми** - це екосистеми, які зазнали змін внаслідок антропогенного впливу, але при цьому зберегли значну частину своїх природних характеристик. Це можуть бути території, де люди проводять певну діяльність (сільське господарство, лісове господарство), однак процеси природи все ще зберігають свою основу. Наприклад, лісові масиви, що зазнали часткової вирубки або сільськогосподарські угіддя з елементами природної рослинності.

➤ **Трансформовані екосистеми** - це екосистеми, які були суттєво змінені людською діяльністю і в яких природні процеси значною мірою порушені. Це можуть бути землі, інтенсивно оброблені сільським господарством, райони, що зазнали урбанізації, або екосистеми, де створено штучні середовища (наприклад, штучні водосховища чи агроекосистеми).

➤ **Штучні екосистеми** - це екосистеми, створені людиною для певних цілей, де природні процеси і

біорізноманіття значною мірою контролюються або визначаються людською діяльністю. Це можуть бути теплиці, аквапонічні системи, сільськогосподарські плантації, а також міські парки та сади.

Таким чином, екологічні системи різного ступеня трансформації демонструють варіативність у рівні змін, яких зазнають природні екосистеми під впливом природних або антропогенних факторів, від збереження природної рівноваги до повної трансформації в штучні системи.

Ідентифікація факторів екологічного ризику природного характеру це процес визначення та - вивчення природних чинників, які можуть спричинити негативний вплив на екологічні системи та здоров'я людини. Це важливий етап в оцінці екологічного ризику, оскільки природні фактори можуть значною мірою впливати на стан навколишнього середовища, порушуючи баланс екосистем. Ідентифікація цих факторів дозволяє прогнозувати потенційні загрози та вжити необхідних заходів для їх мінімізації або адаптації до них.

Природні фактори екологічного ризику включають, зокрема: **стихійні лиха** (землетруси, повені, урагани, лісові пожежі, цунамі), **зміни клімату** (підвищення температури, зміни опадів, посухи), **геологічні процеси** (зсуви, лавини, активність вулканів), **біологічні загрози** (епідемії хвороб, нашествия шкідників).

Ідентифікації факторів екологічного ризику природного характеру потребує ряду послідовних дій та процесів, які представлені у табл. 1.1

Ідентифікація факторів екологічного ризику техногенного характеру - це процес визначення та аналізу потенційних небезпек, які виникають внаслідок людської діяльності або технічних процесів.

Таблиця 1.1.

Етапи ідентифікації факторів екологічного ризику природного характеру

Етапи	Характеристики
Визначення типів природних загроз	збір інформації про всі можливі природні загрози, які можуть мати негативний вплив на регіон або екосистему. Це можуть бути стихійні лиха, зміни клімату, геологічні процеси тощо.
Збір даних та моніторинг	Для ідентифікації факторів ризику важливо зібрати статистичні дані, історичні відомості та наукові дослідження, що стосуються природних явищ у певному регіоні. Використовуються також системи моніторингу, які дозволяють відстежувати природні процеси в реальному часі.
Оцінка ймовірності та інтенсивності загроз	Потрібно визначити, які природні загрози є найбільш ймовірними для конкретної території, а також оцінити їхню інтенсивність та потенційний вплив на екосистему та людину. Наприклад, для району, який піддається регулярним повеням, оцінюється ймовірність їхньої появи та масштаби можливих руйнувань
Аналіз географічних та кліматичних умов	Для кожного природного чинника аналізуються місцеві умови, які можуть сприяти або посилювати його вплив. Це включає вивчення географії, клімату, екосистеми, типу ґрунтів, водних ресурсів

Прогнозування та моделювання	Використовуються прогностичні моделі для того, щоб оцінити, як конкретні природні чинники можуть змінювати екологічні умови в майбутньому, і як вони впливатимуть на здоров'я людей і стан навколишнього середовища. Це дозволяє передбачити потенційні загрози і підготувати стратегії для їхнього зменшення
Ідентифікація вразливих територій та об'єктів	На цьому етапі визначаються території або об'єкти, які найбільше піддаються впливу природних ризиків. Це можуть бути житлові зони, інфраструктура, сільськогосподарські угіддя, природні резервати тощо
Розробка рекомендацій і заходів для мінімізації ризиків	Після ідентифікації факторів ризику розробляються заходи для зниження можливих негативних наслідків. Це можуть бути заходи для адаптації до зміни клімату, будівництво захисних споруд, вдосконалення систем попередження та евакуації, організація наукових досліджень тощо

Ці фактори можуть призводити до порушення екологічного балансу, забруднення навколишнього середовища та негативних впливів на здоров'я людини. Ідентифікація факторів екологічного ризику природного характеру для екологічних систем є важливим етапом у забезпеченні екологічної безпеки та сталого розвитку з кількох основних причин:

- 1) збереження біорізноманіття. Природні загрози, такі як повені, землетруси, посухи або зміни клімату, можуть серйозно порушити структуру екосистем. Ідентифікація цих загроз дозволяє своєчасно вжити заходів для захисту флори та фауни, що сприяє збереженню біорізноманіття та стабільності екосистем.

- 2) підвищення стійкості екосистем. Раннє виявлення природних загроз дозволяє розробити стратегії адаптації, які зміцнюють стійкість екосистем до зовнішніх впливів. Це важливо для забезпечення стабільного функціонування екосистем, що, в свою чергу, впливає на продовольчу безпеку, водозабезпечення та інші важливі аспекти життя людини.
- 3) запобігання екологічним катастрофам: Ідентифікація природних ризиків дозволяє прогнозувати можливі катастрофи і впливи на екосистеми. Це дає змогу прийняти превентивні заходи, що допомагає зменшити масштаби та негативні наслідки природних катастроф, зберегти життя та здоров'я людей і знизити економічні втрати.
- 4) покращення управління природними ресурсами: Знання про природні загрози дає можливість ефективніше управляти природними ресурсами (водними, лісовими, сільськогосподарськими), враховуючи ризики, пов'язані з природними катастрофами. Це дозволяє зберігати ресурси для майбутніх поколінь і сприяє сталому розвитку.
- 5) зменшення ризиків для здоров'я людини: Природні екологічні загрози можуть мати прямий вплив на здоров'я людей, через зміни в умовах життя, доступ до питної води, продовольчі ресурси та інші фактори. Оцінка цих ризиків дозволяє своєчасно вжити заходів для збереження здоров'я населення.
- 6) підвищення стійкості до зміни клімату: Ідентифікація природних загроз допомагає краще розуміти потенційні зміни, пов'язані з кліматичними коливаннями та глобальними змінами клімату. Це дозволяє адаптуватися до змін, зменшуючи негативні наслідки для екосистем і людей.

Ідентифікація таких факторів є важливою для запобігання та зниження екологічних ризиків, зокрема для промислових, сільськогосподарських і транспортних

об'єктів, а також для оцінки потенційних катастрофічних наслідків, спричинених техногенними факторами.

Характеристики техногенних факторів екологічного ризику:

➤ **Забруднення навколишнього середовища** - це викиди токсичних речовин (хімічних, радіоактивних, біологічних) у повітря, воду та ґрунт. Вони можуть мати шкідливий вплив на екосистеми, флору та фауну.

➤ **Деградація природних ресурсів** - виснаження природних ресурсів, таких як водні ресурси, ґрунти та енергетичні ресурси, через інтенсивне використання.

➤ **Порушення екологічних процесів** - зміни в біорізноманітті, які можуть виникнути внаслідок діяльності людини, наприклад, через втрату природних середовищ, забруднення або впровадження інвазивних видів.

➤ **Техногенні катастрофи** - аварії та катастрофи, спричинені технічними негараздами або людським фактором, які можуть призвести до великих екологічних втрат (наприклад, викиди хімічних речовин, аварії на атомних станціях, нафтові розливи).

➤ **Викиди парникових газів** - діяльність, яка сприяє змінам клімату, зокрема через викиди CO₂, метану та інших газів, що викликають глобальне потепління.

Наведемо приклади техногенних факторів екологічного ризику: забруднення водних ресурсів від скидів хімічних і токсичних відходів з підприємств; аварії на нафтових платформах або транспортування нафти, що призводить до нафтових розливів в океанах; викиди парникових газів від великих промислових об'єктів та транспорту, радіоактивне забруднення від аварій на атомних станціях (наприклад, Чорнобильська катастрофа), шумове забруднення від транспорту та промислових підприємств, що впливає на здоров'я людей і навколишнє середовище.

Ідентифікація техногенних факторів екологічного ризику є важливою складовою екологічної безпеки та

дозволяє своєчасно вжити заходів для захисту навколишнього середовища і здоров'я людей.

Ідентифікації факторів екологічного ризику техногенного характеру потребує ряду послідовних дій та процесів, які представлені у табл.1.2

Таблиця 1.2

Етапи ідентифікації факторів екологічного ризику техногенного характеру

Етапи	Характеристики
Визначення джерел техногенного ризику	На першому етапі необхідно ідентифікувати всі можливі джерела техногенного екологічного ризику. Це можуть бути промислові підприємства, енергетичні об'єкти, транспорт, сільське господарство, інфраструктурні об'єкти та інші людські діяльності, що можуть мати шкідливий вплив на навколишнє середовище.
Збір даних про вплив техногенних факторів	Потрібно зібрати інформацію про викиди, відходи, забруднення, а також інші техногенні впливи на довкілля. Це включає моніторинг викидів забруднювальних речовин в атмосферу, воду та ґрунт, а також відслідковування рівня шуму, радіації та інших факторів.
Оцінка ймовірності та інтенсивності ризиків	Потрібно оцінити ймовірність виникнення техногенних загроз і визначити їхній потенційний вплив. Це може включати аналіз історії техногенних катастроф, аварій, а також оцінку частоти їх виникнення та масштабу наслідків.
Аналіз вразливості екосистем та територій	Оцінюється, які території або екосистеми найбільш вразливі до техногенних ризиків. Це може бути оцінка потенційних небезпек для навколишніх природних ресурсів, сільськогосподарських угідь, водних

	ресурсів, лісів, а також для населення та інфраструктури.
Прогнозування наслідків та сценаріїв розвитку подій	На основі зібраних даних та оцінок ймовірності виникнення техногенних ризиків розробляються прогнози та сценарії розвитку подій. Це дозволяє передбачити, які наслідки може мати реалізація техногенних ризиків, та які заходи для їх мінімізації потрібно вжити.
Розробка стратегій управління ризиками	На цьому етапі формулюються стратегії управління техногенними ризиками, які можуть включати технічні, організаційні та правові заходи для мінімізації або запобігання екологічним загрозам. Це може включати модернізацію виробництва, запровадження нових технологій, створення зон безпеки, розробку планів дій у випадку аварій та катастроф.
Моніторинг і контролювання	Після ідентифікації та розробки планів з управління ризиками важливо організувати постійний моніторинг техногенних ризиків. Це дозволить своєчасно виявляти нові загрози або зміни в існуючих ризиках і адаптувати заходи для їх мінімізації.

У роботі потрібно систематично дослідити потенційні небезпеки регіону (системи) за індивідуальними завданнями, оцінити їх ризики для навколишнього середовища та населення, а також розробити практичні рекомендації для зменшення техногенно-екологічних загроз.

Хід роботи

1. Ознайомитися з об'єктом дослідження - географічними, природними та техногенними характеристиками вибраного регіону (системи)
2. Проаналізувати потенційні природні та техногенні небезпеки для регіону (системи), оцінити

- техногенно-екологічну небезпеку території (системи), а також визначити частку населення, що проживає в зонах можливих надзвичайних ситуацій.
3. Огляд літератури та попередніх досліджень, звітів і статистичних даних щодо природних та техногенних ризиків для аналогічних регіонів.
 4. Аналіз попередніх досліджень, що стосуються екологічних загроз у цьому регіоні.
 5. Ідентифікація потенційних природних небезпек. Збір даних про природні загрози, характерні для даного регіону (землетруси, повені, урагани, зсуви, кліматичні зміни тощо).
 6. Ідентифікація техногенних загроз. Визначення основних джерел техногенної небезпеки в регіоні (промислові об'єкти, енергетичні інфраструктури, транспортні комунікації тощо). Оцінка ймовірності техногенних аварій (хімічні викиди, радіоактивне забруднення, нафтові розливи, техногенні катастрофи) та їх впливу на навколишнє середовище
 7. Оцінка техногенно-екологічної небезпеки території (систем). Аналіз результатів ідентифікації потенційних загроз і їх взаємодії в контексті техногенно-екологічної небезпеки. Оцінка вразливості регіону до цих загроз, визначення рівня ризиків для екосистем, здоров'я людей та інфраструктури.
 8. Розробка рекомендацій. Формулювання рекомендацій щодо мінімізації ризиків і підвищення безпеки в регіоні на основі проведеного аналізу. Пропозиції щодо заходів запобігання надзвичайним ситуаціям, планів евакуації та підвищення обізнаності населення.
 9. Висновки. Підсумок проведеного дослідження щодо рівня техногенно-екологічної небезпеки регіону. Загальні висновки про рівень потенційних загроз та рекомендації щодо подальших дій.

10. Представлення результатів, формування додатки (за необхідності). Карти, діаграми, графіки, таблиці з результатами аналізу

Питання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняттям «потенційна небезпека», «потенційний ризик».
2. Що таке потенційна екологічна небезпека та як вона визначається?
3. Які основні фактори формують екологічний ризик природного характеру?
4. Які типи техногенних екологічних ризиків можуть існувати в промислових зонах?
5. Які етапи включає процес ідентифікації факторів екологічного ризику техногенного характеру?
6. Які природні чинники можуть спричиняти екологічний ризик для території?
7. Що таке техногенно-екологічна небезпека, і як вона визначається?
8. Як визначити частку населення, що проживає в зонах ймовірних надзвичайних ситуацій?
9. Як класифікуються природні екосистеми за ступенем їх трансформації?
10. Які техногенні фактори можуть призвести до забруднення водних ресурсів?
11. Які рекомендації можна дати для зменшення техногенно-екологічних загроз у певному регіоні?

Практична робота №2

ОБСТЕЖЕННЯ ТА РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ ЗА СТУПЕНЕМ ВПЛИВУ АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ НА СТАН ОБ'ЄКТІВ ДОВКІЛЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИТОГЕНЕТИЧНИХ МЕТОДІВ

Мета роботи: є вивчення та застосування цитогенетичних методів для оцінки екологічних ризиків, пов'язаних з впливом забруднень на компоненти довкілля

та порушенням екологічної безпеки та для оперативної оцінки сумарного впливу забруднювачів біосфери на стан довкілля та здоров'я людини, науково обґрунтоване прогнозування можливих змін в екосистемах і соціумі, а також своєчасне прийняття управлінських рішень, спрямованих на покращення якості навколишнього середовища, здоров'я населення.

Основні поняття

Цитогенетичні методи є важливим інструментом для оцінки екологічних ризиків, оскільки вони дозволяють виявляти зміни на клітинному рівні, які можуть бути спричинені забрудненням навколишнього середовища. Забруднювачі, такі як важкі метали, пестициди, токсичні хімікати та інші антропогенні впливи, можуть викликати мутації, які мають довгострокові наслідки як для організмів, так і для екосистем в цілому. Є різні використання цитогенетичних методів для оцінки екологічних ризиків: цитогенетичний моніторинг, цитогенетичні біомаркери, визначення мутагенного та токсичного фону. Цитогенетичні методи дозволяють виявляти мутації в клітинах організмів, зокрема у ссавців, рослин, безхребетних і мікроорганізмів, що дозволяє оцінити рівень забруднення в конкретних екосистемах. Аналіз рівня забруднення території через біологічні індикатори, такі як пилок рослин чи клітини слизової оболонки ротової порожнини людини. Вивчення мутацій, викликаних впливом забруднень на різні організми, що допомагає не лише оцінити поточний стан, але й прогнозувати можливі зміни в екосистемах. Цитогенетичні методи дають змогу оцінювати не лише поточні генетичні зміни, а й прогнозувати можливі мутації, що можуть виникнути внаслідок тривалого впливу забруднення. Це дозволяє прогнозувати вплив забруднення на здоров'я людини, зокрема на появу генетичних захворювань, оцінювати можливі довгострокові наслідки забруднення для екосистем, таких як зменшення біорізноманіття або зміни в структурі популяцій. Цитогенетичні методи є ефективним

інструментом для оцінки екологічних ризиків, оскільки вони дозволяють на клітинному рівні виявляти зміну генетичного матеріалу, що є результатом впливу забруднювачів. Ці методи допомагають зрозуміти ступінь мутагенного та токсичного навантаження на екосистеми, а також оцінити потенційний вплив забруднення на здоров'я людини та тварин.

Практична робота стосується ознайомленню із організації відбору проб, проведенні лабораторних та аналітичних досліджень при оцінці екологічної безпеки компонентів довкілля за допомогою різноманітних методів, зокрема, за допомогою цитогенетичних досліджень. Робота базуватиметься на ознайомленні з методичними рекомендаціями "Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів" <https://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=6913&form=MG0AV3> У рамках роботи будуть розглянуті основні вимоги до відбору проб ґрунтів, водних джерел, пилку рослин та зразків клітин слизової оболонки ротової порожнини людини, що є важливими індикаторами екологічного стану території.

Також особлива увага приділяється обстеженню забруднених територій у межах різних екологічних зон, таких як промислові зони та зони поблизу автомобільних трас, з урахуванням сучасних нормативів та методик. Важливим аспектом є також перехід до більш детальних досліджень з використанням картографування для оцінки мутагенного фону і стану навколишнього середовища на локальних і регіональних рівнях.

Хід роботи

1. Огляд літератури та наукових досліджень, що використовують цитогенетичні методи для оцінки стану навколишнього середовища та його складових, виявлення екологічних ризиків.
2. Ознайомлення з теоретичним матеріалом, а саме з основними вимогами щодо відбору, консервації,

підготовки до лабораторних досліджень проб для оцінки екологічної безпеки довкілля, зокрема ґрунтів, води, пилку рослин та клітин слизової оболонки ротової порожнини людини використовуючи методичні рекомендації "Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів"
<https://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=6913&form=MG0AV3>

3. Сформувані програму лабораторних досліджень для оцінки екологічної безпеки довкілля, зокрема ґрунтів, води, пилку рослин та клітин слизової оболонки ротової порожнини людини використовуючи методичні рекомендації "Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів"
<https://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=6913&form=MG0AV3>
4. Ознайомитися із підходами та методиками оцінки токсичності або потенційної мутагенності атмосферного повітря за тестом "Стерильність пилку рослин фітоіндикаторів використовуючи методичні рекомендації "Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів"
<https://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=6913&form=MG0AV3>
5. Ознайомитися із підходами та методиками визначення та оцінка токсико-мутагенного фону ґрунтів та водних джерел використовуючи методичні рекомендації "Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів"

<https://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=6913&form=MG0AV3>

6. Обговорення результатів, порівняння методів висвітлених в методиці з основними методами, які
7. використовуються при проведенні екологічних досліджень та в сучасному процесі розвитку екологічної науки.

Питання для самоперевірки

1. Що таке мутагенний фон і яким чином, використовуючи його показники, можна оцінити рівень екологічної безпеки.
2. Які фактори слід враховувати при виборі індикаторних рослин для оцінки екологічного стану
3. Які загальні вимоги існують до відбору проб ґрунтів?
4. Які вимоги необхідно враховувати при відборі проб з водних джерел?
5. Яка мета проведення цитогенетичних досліджень?
6. Які методи використовуються для визначення токсичності ґрунтів і водних джерел за допомогою цитогенетичних тестів?
7. Які основні показники токсичності ґрунтів можна отримати за допомогою тесту на мітотичний індекс?
8. Які фактори можуть впливати на стерильність пилку рослин, використовуваних для екологічного моніторингу?
9. Як оцінюється мутагенний фон ґрунтів за допомогою аберантних хромосом у клітинах кореневої меристеми?
10. Як проводиться фітотоксичний тест для оцінки токсичності води за допомогою індикаторних рослин?
11. З'ясуйте сутність методики оцінки токсичності атмосферного повітря за допомогою фітоіндикаторів.
12. Для визначення загальної токсичності (або потенційної мутагенності) повітряного басейну

- застосовується тест "Стерильність пилку рослин-фітоіндикаторів", встановіть послідовність робіт.
13. Назвіть біоіндикаційні методи, які найширше використовують для оцінювання екологічної безпеки лісових екосистем.
 14. Яким чином цитогенетичні методи використовуються для визначення токсичності ґрунтів і водних джерел?

Практична робота №3

ОЦІНКИ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ-НЕБЕЗПЕКИ РЕГІОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ ІНДИКАТОРІВ

Мета роботи: є аналіз та оцінка рівня екологічної безпеки регіону з використанням комплексного підходу, що включає вибір та використання індикаторів екологічної безпеки.

Основні поняття

Формування механізму забезпечення екологічної безпеки в регіоні потребує всебічного аналізу і оцінки екологічної ситуації для виявлення слабких місць та визначення параметрів, що потребують коригування. У роботі запропонована методика оцінки рівня екологічної безпеки на основі аналізу різних показників, включаючи природні ресурси, рівень забруднення навколишнього середовища та медико-демографічні характеристики.

Аналізу піддаються кількісні та якісні показники, які характеризують стан екосистем і рівень впливу антропогенних факторів. Зокрема, розглядаються показники, що відображають ефективність використання природних ресурсів, їх виснаження та охорону, рівень забруднення довкілля і здоров'я населення. Для проведення аналізу буде використано як абсолютні, так і відносні показники в натуральному, умовно-натуральному та вартісному вимірах.

У першому - ресурсному блоці передбачається аналіз показників, які характеризують кількість, рівень використання та виснаження природних ресурсів, ефективність їхнього використання, а також заходи з їх охорони та відновлення з метою забезпечення сталого економічного розвитку регіону без виснаження природних ресурсів у довгостроковій перспективі.

Біоцентричний блок включатиме показники, що визначають рівень забруднення навколишнього середовища та здатність регіону зберігати екосистеми, що є необхідним для забезпечення стабільності біосфери в майбутньому. Головною метою аналізу цих показників є забезпечення можливості збереження та відновлення екосистем як основної умови існування людського суспільства.

Антропоцентричний блок міститиме показники, що стосуються медико-демографічної ситуації в регіоні, оскільки стан навколишнього середовища, разом із біотичними та абіотичними факторами, значною мірою впливає на здоров'я людини і тривалість її життя. Безпечне середовище для життя людини є основою антропоцентричного підходу в екології.

Аналізуватимуться показники, що характеризують як кількісні, так і якісні зміни в стані природних ресурсів і екосистем регіону, а також вплив на здоров'я населення. Особлива увага буде приділена показникам, які оцінюють раціональність природокористування та ефективність господарської діяльності в контексті забезпечення екологічної безпеки регіону. Це дозволить досягти кінцевої мети дослідження — підвищення рівня екологічної безпеки регіону. Для аналізу будуть використані як абсолютні, так і відносні показники в натуральних, умовно-натуральних та вартісних вимірах.

Повний набір показників для оцінки рівня екологічної безпеки, які можна розрахувати на основі наявної статистичної інформації представлено в таблиці 3.1.

Для порівняння та аналізу рівня екологічної безпеки необхідно визначити узагальнюючі характеристики для кожної складової екологічної безпеки: ресурсної, біосферноцентричної та антропоцентричної.

Таблиця 3.1
Показники для оцінки екологічної безпеки

№ з/п	Група індикаторів / характеристик	Назва показника / розрахунок
1	2	3
Блок ресурсних показників		
1.	Індикатори структури використання земельних ресурсів	1. Площа сільськогосподарських угідь, тис. га; 2. Сільськогосподарська освоєність території, %; 3. Площа ріллі, тис. га; 4. Розораність території, %; 5. Площа сіножатей і пасовищ, тис. га; 6. Площа земель міст і смт, тис. км ² , %; 7. Площа земель, зайнятих іншими не сільськогосподарськими підприємствами, тис. км ² , %.
2.	Індикатори якості земельних ресурсів характеризують якісний стан земельних ресурсів регіону, що вимагає	1. Площа земель, підданих водній, вітровій ерозії та сумісній їх дії, тис. га; 2. Площа перезвожених та заболочених ґрунтів, тис. га; 3. Площа кислих ґрунтів, тис. га; 4. Площа засолених ґрунтів, тис. га; 5. Частка еродованих земель, %; 6. Частка перезвожених та заболочених ґрунтів, %; 7. Частка кислих ґрунтів, %;

	проведення комплексу відповідних агротехнічних заходів, спрямованих на відновлення втраченої якості земельних ресурсів регіону	8. Частка засолених ґрунтів, % - розраховується відношенням площі еродованих (перезволожених, заболочених, кислих, засолених) ґрунтів до загальної площі сільськогосподарських угідь у відсотках;
3.	Індикатори відновлення якості земельних ресурсів	1. Обсяги проведення вапнування ґрунтів, тис. га; 2. Обсяги проведення гіпсування ґрунтів, тис. га; 3. Обсяги внесення мінеральних та органічних добрив, тис. ц; 4. Частка удобреної площі, %; 5. Внесення мінеральних та органічних добрив на 1 га посівної площі, т або кг.
4.	Індикатори ефективності використання земельних ресурсів	1. Виробництво сільськогосподарської продукції з одиниці сільгоспугідь, тис. грн./га; 2. Землеємність тваринництва та рослинництва, га/тис. грн.; 3. Загальна, раціональна та структурна землеємність зернових та зернобобових культур, га/тис. грн.; 4. Структурна перевитрата земельних ресурсів, %.
5.	Індикатори структури	1. Обсяг використання свіжої води, млн. куб. м, вт.ч.: на господарсько-питні потреби, млн. куб. м та %; на

	використання водних	виробничі потреби, млн. куб. м та %; на потреби зрошення, млн. куб. м та%; на сільськогосподарські потреби, млн. куб. м та%; 2. Обсяг втраченої при транспортуванні води, млн. куб. м. та %; 3. Структура використання води галузями промисловості - питома вага галузей, %.
6.	Індикатори ефективності використання водних ресурсів	1. Водоемність ВДВ, м ³ /грн. - відношення використаної води на виробничі, сільськогосподарські та потреби зрошення до ВДВ створеної в регіоні; 2. Індекс водоспоживання- відношення споживання води у базовому та поточному роках, %; 3. Обсяг оборотної та послідовно(повторно) використаної водн, млн. куб. м; 4. Частка оборотної води у загальному обсязі використання на виробничі потреби, %; 5. Економія забору води за рахунок оборотного і послідовного водопостачання, млн. куб.м; 6. Питоме використання свіжої води на господарсько-питні потреби - відношення використаної на господарсько-питні потреби води до середньорічної чисельності населення , куб. м
7	Індикатори стану лісових ресурсів - характеризують	1 .Площа земель лісового фонду, км ² ; 2. Площа вкритих лісом земель, тис. га;

	ь лісосировинний потенціал регіону, в тому числі його якісний стан, реальні можливості проведення лісозаготівель	3. Лісистість території - відношення площі вкритих лісом земель до загальної площі регіону, %; 4. Загальний запас деревини, млн. куб.м; 5. Площа стиглих насаджень, тис. га; 6. Запас деревини стиглих насаджень, млн.куб. м та %.
8	Індикатори впливу та відновлення лісових ресурсів - свідчать про обсяги впливу на лісові екосистеми шляхом вилучення лісових ресурсів та характеризують діяльність з їх відновлення	1. Обсяг заготівлі ліквідної деревини, тис. куб.м 2. Обсяг лісовідновлення на землях лісового фонду - розраховується як сума обсягу природного поновлення лісу та обсягу посадки і посіву лісу; га; 3. Обсяг посадки та посіву лісу, га.
9	Індикатори ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів(ПЕР) - характеризують ефективність використання	1. Паливоємність ВДВ, ум. кг/грн.- відношення споживання паливно-енергетичних ресурсів в регіоні (на енергетичні, неенергетичні потреби та кінцеве споживання) до ВДВ, створеної в регіоні;

	ПЕР, показуючи рівень їх витрат (або електроенергії) на одну гривню ВДВ, створеної продукції в регіоні	2. Електроенергоємність ВДВ – відношення споживання електроенергії до ВДВ; 3. Електроенергоємність сільського господарства, кіловат-годин/грн. – відношення сільськогосподарського споживання електроенергії до валової продукції сільського господарства.
10	Індикатори активності природоохоронної та ресурсозберігаючої діяльності-свідчить про активність впровадження природоохоронних техніки та технології в економічній діяльності регіону	Обсяги впровадження прогресивних технологічних процесів - відношення кількості маловідходних, безвідходних та ресурсозберігаючих технологічних процесів до загальної кількості впроваджених у регіоні, розраховується у %.
Блок біосферноцентричних показників		
11	Індикатори загального техногенного навантаження на екосистеми	Коефіцієнт територіальної концентрації забруднень
12	Індикатори техногенного навантаження викидами шкідливих речовин в	1. Обсяг викидів шкідливих речовин, тис. т., в т.ч.: -стаціонарними джерелами; - пересувними джерелами; 2. Питома вага регіону у загальних обсягах викидів - відношення обсягів

	атмосферне повітря	<p>викидів шкідливих речовин в регіоні до загальних обсягів викидів у державі;</p> <p>3. Викиди шкідливих речовин стаціонарними джерелами за видами економічної діяльності (в т.ч. обсяг викидів, здійснених в середньому одним підприємством);</p> <p>4. Індекс викидів шкідливих речовин - відношення обсягу викидів поточного та базового (1990) року у відсотках;</p> <p>5. Сумарні питомі викиди шкідливих речовин - відношення сумарного обсягу викидів до площі регіону, т/км²;</p> <p>6. Структура викидів шкідливих речовин автотранспортом від використання окремих видів палива, тис. т та %.</p>
13	Індикатори активності діяльності щодо зниження впливу на атмосферне повітря	<p>1. Обсяг уловлених та знешкоджених шкідливих речовин, тис. т;</p> <p>2. Частка уловлених та знешкоджених шкідливих речовин у загальному обсязі утворених стаціонарними джерелами, %;</p> <p>3. Темп скорочення уловлення та знешкодження шкідливих речовин - відношення кількості уловлених та знешкоджених шкідливих речовин поточного та базового років у відсотках;</p> <p>4. Обсяг утилізованих шкідливих речовин, тис. т;</p> <p>5. Частка утилізованих шкідливих речовин у загальному обсязі уловлених, %</p>

14	Індикатори техногенного навантаження забруднюючих речовин на водні ресурси	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обсяг загального водовідведення (скидання забруднених зворотних вод, вод без очищення), тис. т; 2. Темп зростання обсягів загального скидання (забруднених зворотних, без очищення) вод - відношення різниці обсягів скидання поточного та базового до базового періодів у відсотках; 3. Частка скидання забруднених зворотних вод у загальному водовідведенні - відношення обсягу забруднених до загального обсягу скинутих вод у відсотках; 4. Індекс водовідведення та скидання забруднених вод - відношення відповідних показників поточного та базового періоду у відсотках; 5. Кількість водозаборів із виявленим погіршенням якості питної води, од.
15	Індикатори активності діяльності щодо зниження забруднення водних екосистем	<ol style="list-style-type: none"> 1. Потужність очисних споруд, млн. м³; 2. Темп зростання потужностей - відношення різниці потужностей поточного та базового до базового періодів у відсотках; 3. Обсяги очищення зворотних вод на очисних спорудах, млн. м³; 4. Обсяг та частка у нормативно-очищених водах) очищення зворотних вод біологічного та механічного очищення, млн. куб.м., %.

16	Індикатори техногенного навантаження на екосистеми промисловими токсичними відходами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обсяг утворених промислових токсичних відходів, тис. т; 2. Темп скорочення утворення відходів, %; 3. Обсяг наявності відходів (у сховищах організованого складування), тис. т; 4. Питомий обсяг /творення та наявності промислових відходів на одиницю площі регіону, т/км²; 5. Питомий обсяг утворення промислових відходів на одну гривню ВДВ, кг/грн.; 6. Обсяг відправлення відходів у місця неорганізованого складування, тис.т.; 7. Обсяги утворення відходів I класу небезпеки та їх питома вага у наявному обсязі відходів, %; 8. Структура відходів за класами небезпеки, %.
17	Індикатори активності діяльності щодо зниження навантаження на екосистеми промисловими токсичними відходами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обсяг знищених відходів, тис.т; 2. Рівень знешкодження, % ; 3. Обсяг використаних відходів, тис. т; 4. Рівень використання відходів, %; 5. Частка відходів, відправлених у місця неорганізованого складування у загальному обсязі утворених відходів, %; 6. Обсяги використання та знешкодження відходів I класу небезпеки.
18	Індикатори радіоактивного	1.Площа територій, що зазнала радіоактивного забруднення зі щільністю забруднення >1Кі/км ² .

	навантаження на екосистеми та населення	
19	Індикатори потенційної аварійної небезпечності	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кількість аварій та надзвичайних ситуацій, од. 2. Кількість хімічно небезпечних об'єктів (за класами безпеки), од.; 3. Ступінь хімічної безпеки регіону.
Блок антропоцентричних показників		
20	Індикатори загальної медико-демографічної ситуації	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чисельність населення; 2. Коефіцієнт народжуваності; 3. Коефіцієнт смертності; 4. Природний приріст населення; 5. Коефіцієнт природного приросту населення; 6. Коефіцієнти смертності з основних причин; 7. Очікувана тривалість життя при народженні (за типом поселень); 8. Коефіцієнт дитячої смертності (за типом поселень); 9. Рівень первинної загальної захворюваності.
21	Індикатори рівня захворюваності за окремими видами хвороб	<p>Рівень захворюваності на:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Деякі інфекційні та паразитарні хвороби; 2. Активний туберкульоз; 3. Злоякісні новоутворення; 4. Хвороби крові, кровотворних органів і окремі порушення з залученням імунного механізму; 5. Хвороби системи кровообігу; 6. Хвороби ендокринної системи, розладу харчування і

		порушення обміну речовин; 7. Дифузний зоб; 8. Хвороби органів дихання; 9. Хронічний бронхіт; 10. Хвороби кістково-м'язової системи та сполучної тканини; 11. Чисельність населення, що проживає на території радіоактивного забруднення, осіб.
--	--	---

Окрім того, слід обчислити відносний комплексний інтегральний показник - рівень екологічної безпеки регіону, який надасть загальну характеристику стану екологічної безпеки в регіонах та відобразить як кількісні, так і якісні аспекти ситуації в цій галузі порівняно з іншими адміністративно-територіальними одиницями.

Цей показник, розрахований на основі найбільш репрезентативних даних кожного блоку, стане основою для порівняння екологічної ситуації в регіоні. Це дозволить сформулювати ефективні стратегії та механізми, а також обрати відповідні інструменти для забезпечення екологічної безпеки, спрямовані на покращення, стабілізацію або підтримку екологічної ситуації в межах безпеки.

Тепер перейдемо до розрахунку рівня екологічної безпеки регіону.

Формування матриці спостережень.

Ця матриця містить найбільш повну характеристику досліджуваної сукупності і складається із W елементів, які характеризуються n ознаками (n - кількість показників, відібраних для характеристики рівня екологічної безпеки-небезпеки регіону).

Вказана матриця буде мати наступний вигляд:

$$x = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ik} & \dots & x_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{w1} & x_{w1} & \dots & x_{wk} & \dots & x_{wn} \end{bmatrix}$$

Де: W- число районів,

n — число показників, які характеризують рівень екологічної безпеки-небезпеки регіону,

x_{ik} — значення показника k для i-го регіону.

2. Диференціація та стандартизація ознак матриці спостережень.

Показники всіх блоків доцільно поділити на дві групи:

- ті, за якими перевищення фактичних даних над максимальними є сприятливими для екологічної безпеки регіону. Такі показники (індикатори) прийнято називати стимуляторами;

- ті, за якими перевищення фактичних даних над мінімальними негативно відображаються на рівні екологічної безпеки регіону. Їх прийнято називати — де стимуляторами .

Розрахунок рівня безпеки за вказаними групами індикаторів проводитиметься по-різному.

Для наших розрахунків для стимуляторів ми вибрали максимальне значення по кожному з показників, а для дестимуляторів мінімальне значення.

Так, для індикаторів-стимуляторів рівень екологічної безпеки доцільно визначати на основі такої формули:

$$P_{ЕБс_i} = \frac{I_E}{I_{max}}$$

де: $P_{ЕБс_i}$ - рівень екологічної безпеки регіону за i-тим індикатором-стимулятором;

I_{Ei} — фактичне значення індикатора екологічної безпеки;

I_{\max} — максимальне значення індикатора екологічної безпеки.

Для індикаторів-дестимуляторів рівень екологічної безпеки визначається:

$$P_{EB\partial_i} = \frac{I_{\min}}{I_E}$$

P_{EBi} - рівень екологічної безпеки регіону за i -тим індикатором - дестимулятором.

I_{Ei} — фактичне значення індикатора екологічної безпеки;

I_{\min} — мінімальне значення індикатора екологічної безпеки.

У результаті стандартизації ознак матриці спостережень отримуємо матрицю наступного вигляду:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1k} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2k} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{i1} & P_{i2} & \dots & P_{ik} & \dots & P_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{w1} & P_{w2} & \dots & P_{wk} & \dots & P_{wn} \end{bmatrix}$$

4. Розрахунок часткових інтегральних показників для кожного із блоків.

З розрахованої матриці, розраховуємо частковий інтегральний рівень екологічної безпеки за допомогою середньгеометричного по кожному блоці.

$$\text{Інтегральний} = \sqrt[n]{p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \cdot p_n}$$

З метою обґрунтування меж рівня екологічної безпеки регіону, які відповідають станам безпеки, ризику, загрози, небезпеки, для індикаторів була розроблена якісно-кількісна шкала рівня екологічної „безпеки-небезпеки” регіону, яка дозволяє діагностувати відповідні стани. Така шкала розроблена авторами (Олексюк А.О. , Герасимович З.В.) (табл.5.2).

Діагностування стану екологічної безпеки регіону потребує розрахунку агрегованого інтегрального показника, який вважається рівнем екологічної безпеки регіону.

Таблиця 5.2

Якісно-кількісна оціночна шкала рівня екологічної „безпеки-небезпеки” регіону

Якісна характеристика	Екологічно безпечний стан	Екологічно ризиковий стан	Екологічно загрозовий стан	Екологічно небезпечний стан
Кількісне значення рівня екологічної безпеки - небезпеки регіону d _i	0,6756 -1	0,4834 - 0,6755	0,1919- 0,4833	0-0,1918

Хід роботи

1. Огляд літератури та наукових досліджень, з питань оцінки рівня екологічної безпеки-небезпеки регіону (систем) з використанням системи індикаторів
2. Ознайомлення з теоретичним матеріалом, а саме з основними вимогами формування груп індикаторів для оцінювання відповідних блоків екологічної безпеки.
3. Ознайомитися із підходами та методиками оцінки рівня екологічної безпеки-небезпеки регіону (систем) з використанням системи індикаторів

4. За вихідними даними здійснити оцінку рівня екологічної безпеки-небезпеки регіону (систем) з використанням системи індикаторів

4. Обговорення результатів, порівняння методів висвітлених в методиці з основними методами, які використовуються при таких оцінках в сучасному процесі розвитку екологічної науки.

Питання для самоперевірки

1. Які основні етапи передбачає методика аналізу та оцінки рівня екологічної безпеки регіону?
2. Які завдання аналітичного дослідження при оцінці рівня екологічної безпеки регіону?
3. Які блоки показників використовуються для оцінки екологічної безпеки регіону?
4. Як визначається ресурсний блок при оцінці рівня екологічної безпеки?
5. Які показники включає біоцентричний блок при аналізі екологічної безпеки?
6. Чому важливо враховувати медико-демографічні показники в антропоцентричному блоці?
7. Як оцінюється кількісно та якісно стан природних ресурсів та екосистем регіону?
8. Яким чином оцінка екологічної безпеки регіону впливає на господарську діяльність?
9. Що таке узагальнюючий показник екологічної безпеки та яку роль він відіграє в оцінці стану регіону?
10. Які етапи передбачають розрахунки рівня екологічної безпеки регіону?
11. Що містить матриця спостережень для оцінки рівня екологічної безпеки регіону?
12. Яка роль стимуляторів і дестимуляторів при стандартизації показників екологічної безпеки?
13. Як розраховується рівень екологічної безпеки для індикаторів-стимуляторів?
14. Яким чином розраховується частковий інтегральний

- показник для кожного з блоків екологічної безпеки?
15. Як виглядає якісно-кількісна оціночна шкала рівня екологічної безпеки регіону?

Практична робота №4

ОЦІНКА НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИЗИКУ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ

Мета роботи: навчитися проводити оцінку ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря та визначати не канцерогенний ризик від забруднення атмосферного повітря.

Основні поняття

Забруднення атмосферного повітря є однією з найважливіших екологічних проблем сучасного світу. З ростом урбанізації та промислового розвитку, якість повітря у містах та на промислових територіях значно погіршується, що впливає на здоров'я мільйонів людей. У таких умовах надзвичайно важливо мати ефективні методики для оцінки ризику, пов'язаного із забрудненням повітря.

Методики оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря дозволяють визначити рівень канцерогенних і неканцерогенних ризиків, оцінити потенційний вплив забруднювачів на здоров'я та розробити заходи для мінімізації їх впливу. Такі методики забезпечують науково обґрунтовані підходи до управління екологічними ризиками, що є критично важливим для створення безпечних умов життя для населення.

Впровадження цих методик дозволяє підвищити ефективність державного екологічного контролю та моніторингу, сприяє формуванню екологічно відповідальної політики, а також підвищує обізнаність громадян про стан довкілля та можливі ризики для їхнього здоров'я. Усе це сприяє зміцненню національної безпеки та покращенню якості життя населення.

Методичні рекомендації "Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря" <https://ips.ligazakon.net/document/MOZ6815?form=MG0AV3> були затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 13 квітня 2007 року № 184. Ці рекомендації призначені для спеціалістів установ та закладів державної санітарно-епідеміологічної служби, які здійснюють оцінку рівня канцерогенного та неканцерогенного ризиків для здоров'я населення від існуючого забруднення атмосферного повітря. Вони включають загальні положення, терміни та визначення, а також процеси оцінки ризику, управління ризиком та розповсюдження інформації про ризик.

Оцінка ризику. Повна, або базова, схема оцінки ризику передбачає проведення чотирьох взаємопов'язаних етапів, а саме: ідентифікацію небезпеки; оцінку експозиції; характеристику небезпеки (оцінку залежності "доза-відповідь"); характеристику ризику.

Ідентифікація небезпеки. Головним завданням цього етапу є відбір пріоритетних, індикаторних хімічних речовин, вивчення яких дозволить з достатньою точністю охарактеризувати рівні ризику порушення стану здоров'я населення та джерела його виникнення. Пріоритетність досліджуваних речовин визначають на основі даних щодо їх біологічної активності, у т.ч. канцерогенної, фізико-хімічних властивостей, які обумовлюють особливості поширеності і поведінки їх у навколишньому природному середовищі та впливу на організм людини, залежності розвитку негативних ефектів (специфічних і неспецифічних) від шляху надходження речовини в організм. При цьому, як правило, використовують вторинні джерела інформації (аналітичні огляди, звіти, довідники, бази даних), що вже містять висновки висококваліфікованих експертів про небезпечні властивості даної речовини.

Оцінка експозиції - етап оцінки ризику, у процесі якого встановлюється кількісний рівень надходження речовини до організму людини певним шляхом. Він

передбачає визначення шляху розповсюдження у навколишньому середовищі і впливу на організм забруднюючої сполуки, вивчення її концентрацій, установлення терміну дії і загальної тривалості впливу, оцінки чисельності популяції, яка знаходиться або вірогідно може знаходитись під впливом шкідливого чинника.

Кількісна характеристика експозиції передбачає визначення концентрації хімічних сполук, що впливають на людину, орієнтуючись на дані: моніторингових досліджень; моделювання поширеності та поведінки хімічних сполук у повітряному (навколишньому природному) середовищі; комбінації результатів моніторингових спостережень із даними, отриманими на основі моделювання.

Концентрація речовини у зоні спостережень (місце перебування людини) визначається як середньоарифметична величина концентрацій, що мали місце протягом періоду експозиції, або як максимальна концентрація за обмежений час (у залежності від постановки завдання).

Для оцінки ризиків, зумовлених хронічним впливом хімічних речовин, мають застосовуватись середньорічні концентрації та їхні верхні 95%-ві довірчі межі. При визначенні ризиків гострих (екстремальних, аварійних) ситуацій терміном до 24 год. використовуються максимальні концентрації.

Визначаючи ризик впливу атмосферного повітря на здоров'я людей, теоретично бажано враховувати весь спектр хімічних сполук, що можуть діяти у цьому місці. Однак, реально допускається обмеження їх числа пріоритетними (індикаторними) для даної території речовинами. Критеріями вибору пріоритетних речовин антропогенного походження є їх токсичні властивості, розповсюдження у навколишньому середовищі, стійкість, здатність до біокумуляції та міграції природними ланцюгами, здатність викликати негативні ефекти (незворотні, віддалені) та чисельність населення, на яке потенційно вони можуть впливати.

Результатом даного етапу оцінки ризику є визначення середньої добової дози (ADD/LADD), формула розрахунку якої за інгаляційного впливу речовини з атмосферного повітря має вигляд

$$\frac{ADD}{LADD} = \frac{[(C_a \times T_{out} \times V_{out}) + (C_h \times T_{in} \times V_{in})] \times EF \times ED}{(BW \times AT \times 365)} \quad (1)$$

де: ADD/LADD - середня добова доза речовини, мг/кг-доба;

C_a - концентрація речовини в атмосферному повітрі, мг/м³;

C_h - концентрація речовини у повітрі приміщення, мг/м³;

T_{out} - час, що проводиться поза приміщенням, год/доба;

T_{in} - час, що проводиться у приміщенні, год/доба;

V_{out} - швидкість дихання поза приміщенням, м³/год.;

V_{in} - швидкість дихання у приміщенні, м³/год;

EF - частота впливу, днів/рік;

ED - тривалість впливу, років;

BW - маса тіла, кг;

AT - період осереднення експозиції, років.

365 - число днів у році.

За відсутності специфічних для досліджуваної популяції дескрипторів експозиції використовують стандартні значення, наведені у таблиці 4.1.

Характеристика небезпеки. Головним завданням етапу є узагальнення та аналіз наявних даних щодо гігієнічних нормативів, безпечних рівнів впливу (референтних доз та концентрацій), критичних органів/систем та негативних ефектів, що можуть виникати за дії певної речовини або групи речовин. Дія хімічних сполук зумовлює широкий спектр шкідливих ефектів, які залежать від шляху та тривалості надходження в організм, рівнів доз або концентрацій. У методології оцінки ризику прийнято орієнтуватися на той шкідливий ефект, який виникає за впливу найменшої із ефективних доз (критичний ефект, критичні органи/системи). При цьому міжнародна методологія оцінки ризику передбачає, що:

- для не канцерогенних речовин та канцерогенів негенотоксичної дії передбачається наявність порогових рівнів, нижче від яких шкідливі ефекти не виникають;
- канцерогенні ефекти, обумовлені дією генотоксичних канцерогенних чинників, можливі за дії будь-яких доз, що викликають пошкодження генетичного матеріалу; для такого роду сполук відсутні порогові рівні.

Таблиця 4.1.
Рекомендовані значення факторів експозиції

Фактор експозиції	Величина
Маса тіла, кг	
середній дорослий	60
дорослий чоловік / жінка	70 / 58
середня величина	64
рекомендована ВООЗ	60
Площа поверхні тіла, кв.см	
дорослий чоловік / жінка	18 000/ 16 000
Об'єм дихання, л/8 годин	
дорослий чоловік / жінка	3 600 / 2 900
дитина (10 років)	2 300
легка/не виробнича діяльність	
дорослий чоловік / жінка	9 600 / 9 100
дитина (10 років)	6 240
Інгаляція за добу, куб.м (8 годин відпочинку, 16 годин легкої або невиробничої діяльності)	
дорослий жінка /чоловік	23/21
дитина (10 років)	15
Середній дорослий	22
Швидкість інгаляції, куб.м/доба	
діти (вік 1 рік і менше)	4,5
діти (вік 1-12 років)	8,7
дорослі чоловіки/ жінки	15,2/11,3
Час, що проводиться поза приміщенням, год./доба	
діти 3-11 років	19 (будні дні) 17 (вихідні)

дорослі	21 (будні дні)16,4 (вихідні)
Час, що проводиться поза приміщенням, год./доба	
діти 3-11 років	5 (будні дні) 7 (вихідні)
дорослі	1,5 (будні дні) 2 (вихідні)

Для характеристики ризику розвитку неканцерогенних ефектів найчастіше використовують два показники: максимальна недіюча доза, мінімальна доза, що викликає пороговий ефект.

Дані показники є основою для установлення рівнів мінімального ризику - референтних доз (RfD) і концентрації (RfC). Перевищення референтної дози не обов'язково пов'язане із розвитком шкідливого ефекту, але чим вища доза впливу і чим більше вона перевищує референтну, тим більша імовірність його виникнення, однак оцінити цю імовірність за даного методичного підходу неможливо. У зв'язку з цим кінцевими характеристиками оцінки експозиції на основі референтних доз і концентрацій є коефіцієнти (HQ) та індекси (HI) небезпеки. Якщо референтна доза не перевищена, то ніяких регулюючих втручань не потрібно. У випадку, коли вплив речовини перевищує RfD, виникає небезпека, величину якої можна оцінити лише за допомогою вивчення залежності "доза-відповідь" та спектра шкідливих ефектів.

Значення референтних доз/концентрацій деяких хімічних речовин, а також критичних органів та систем, на які вони впливають, наведено табл..4.4.

Характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснюють шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними (референтними) рівнями впливу та визначенням коефіцієнта небезпеки:

$$HQ = \frac{AD}{RfD} \text{ або } HQ = \frac{AC}{RfC} \quad (2)$$

де: HQ - коефіцієнт небезпеки;
AD - середня доза, мг/кг;

АС - середня концентрація, мг/м³;

RfD - референтна (безпечна) доза, мг/кг;

RfC- референтна концентрація, мг/м³. (додатку1)

За висновком російських експертів, у разі відсутності референтних доз/концентрацій як еквівалент можна використовувати гранично допустимі концентрації (ГДК) або максимально недіючі рівні чи концентрації (МНР, МНК), установлені за критерієм прямого ефекту на здоров'я.

За інгаляційного надходження, якщо цього не потребують спеціальні задачі дослідження, немає необхідності розраховувати дозу впливу, а розрахунок коефіцієнта небезпеки можна здійснювати за формулою:

$$HQ_i = \frac{C_i}{RfC} \quad (3)$$

де: HQ_i - коефіцієнт небезпеки впливу і-тої речовини;

C_j - рівень впливу і-тої речовини, мг/м³; RfC - безпечний рівень впливу, мг/м³.

Коефіцієнт небезпеки розраховують окремо за умов короткотривалого (гострого), підгострого і тривалого впливу хімічної речовини. При цьому період осереднення експозиції і відповідних безпечних рівнів впливу має бути аналогічним.

Критерії для характеристики коефіцієнта небезпеки наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Критерії сумарного ризику

Характеристика ризику	Коефіцієнт небезпеки (HQ)
Ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як зневажливо малий	< 1
Гранична величина, що не потребує термінових заходів, однак не може розглядатися як досить прийнятна	1
Імовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню HQ	> 1

Характеристику ризику розвитку сумарних ефектів за комбінованого впливу хімічних речовин проводять на основі розрахунку індексу небезпеки за формулою:

$$HI = \sum HQ_i \quad (4)$$

де: HQ_i – коефіцієнти небезпеки для окремих компонентів суміші хімічних речовин, що впливають.

Розрахунок індексів небезпеки, як правило, проводять з урахуванням критичних органів та систем, які зазнають негативного впливу досліджуваних речовин. Як свідчать результати наукових досліджень, за впливу компонентів суміші на одні і ті ж органи або системи організму найбільш імовірним типом їх комбінованого впливу є сумація (адитивність). Це правило не є універсальним, оскільки не враховує можливої різниці у механізмах специфічної дії компонентів суміші, а також локальних шкідливих реакцій у місці первинного контакту речовини з організмом (наприклад, слизових оболонках дихальних шляхів або шлунку).

Приклад 1 розрахунку неканцерогенного ризику, пов'язаного із забрудненням атмосферного повітря діоксидом азоту. Характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів за впливу діоксиду азоту концентрації 0,099 мг/куб.м в атмосферному повітрі здійснюємо шляхом розрахунку коефіцієнта небезпеки:

$$HQ = C / RfC = 0,099 \text{ мг/куб.м} / 0,04 \text{ мг/куб.м} = 2,472$$

Отже, неканцерогенний ризик для здоров'я населення за впливу діоксиду азоту концентрації 0,099 мг/куб.м в атмосферному повітрі не можна вважати допустимим, існує імовірність виникнення шкідливих ефектів у населення.

Приклад 2 розрахунку неканцерогенного ризику, пов'язаного із забрудненням атмосферного повітря аміаком.

Характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів за впливу аміаку в концентрації 0,14 мг/куб.м в атмосферному повітрі здійснюємо шляхом розрахунку коефіцієнта небезпеки: $HQ = C / RfC = 0,14 \text{ мг/куб.м} / 0,1 \text{ мг/куб.м} = 1,4$

Отже, неканцерогенний ризик для здоров'я населення за впливу аміаку в концентрації 0,14 мг/куб.м в атмосферному повітрі не можна вважати допустимим, існує імовірність виникнення шкідливих ефектів у населення.

Приклад 3 розрахунку суммарного неканцерогенного ризику (HI) з урахуванням критичних органів та систем, які в першу чергу зазнають негативного впливу хімічних речовин Як видно із таблиці 4.3, найбільший внесок як у сумарну величину HI, так і в ризик впливу на нирки, має речовина Б. Найменш значущу роль у формуванні ризику відіграє речовина А.

Таблиця 4.3

Результати розрахунку

Речовина	Доза, мг/кг	RfD, мг/кг	HQ	Критичні органи
А	0,005	0,05	0,1	Нирки
Б	16,0	4,0	4,0	Печінка
С	0,12	0,4	0,3	Нирки
Д	0,08	0,2	0,4	печінка
Сумарний ризик		HI загальний	4,8	
		HI нирки	0,4	
		HI печінка	4,4	

Хід роботи

1. Зібрати та зазначити усі вихідні дані, необхідні для оцінки ризику забруднення атмосферного повітря, включаючи інформацію про концентрацію забруднювачів, типи речовин, їх джерела та періодичність вимірювань.

2. Ознайомитися з основними підходами до оцінки ризику згідно Методичних рекомендацій "Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря" <https://ips.ligazakon.net/document/MOZ6815?form=MG0AV3>

3. Оцінити неканцерогенний ризик пов'язаного із забрудненням атмосферного повітря

4. Розрахувати індекс небезпеки з урахуванням критичних органів та систем, які зазнають негативного

впливу досліджуваних речовин, результати звести у табличну форму.

5. Підсумувати та обговорити основні результати оцінки ризику для здоров'я населення в результаті забруднення атмосферного повітря.

6. Рекомендувати можливі шляхи зменшення ризиків, такі як вдосконалення системи моніторингу повітря, очищення повітря чи посилення екологічних норм.

Питання для самоперевірки

1. Що є основною метою оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря?
2. Які фактори враховуються при виборі пріоритетних хімічних речовин для дослідження?
3. Які методи використовуються для оцінки рівня забруднення повітря?
4. Що означає "оцінка експозиції" в контексті оцінки ризику від забруднення повітря?
5. Що таке "ідеальна концентрація" для оцінки ризику хронічного впливу забруднювачів?
6. Що включають методичні рекомендації для оцінки ризику від забруднення атмосферного повітря?
7. Що таке "пріоритетні хімічні речовини"?
8. Як визначається концентрація забруднювача у зоні спостереження?
9. Що робить етап "Ідентифікація небезпеки" в оцінці ризику?
10. Яка роль моніторингу при оцінці ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря?

Практична робота №5

ОЦІНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.

Мета роботи: освоїти методи оцінки ризику для здоров'я населення та визначення канцерогенного ризику, пов'язаного із забрудненням атмосферного повітря.

Основні поняття

Для оцінки ризику генотоксичних канцерогенів основним параметром є коефіцієнт канцерогенного потенціалу (CPF) або коефіцієнт нахилу (SF), який відображає рівень зростання канцерогенного ризику при збільшенні дози впливу на одиницю і має одиниці вимірювання (мг/кг × доба). Іншим важливим параметром є так званий одиничний ризик (UR). При інгаляційному впливі UR є консервативною верхньою оцінкою канцерогенного ризику для людини, яка постійно піддається впливу певного канцерогену протягом життя при концентрації 1 мкг/м³.

Значення фактора канцерогенного потенціалу для деяких хімічних сполук при впливі через повітря наведені в додатку. Характеристика ризику поєднує дані про небезпеку досліджуваних речовин, рівень їх експозиції, а також параметри залежності "доза-відповідь", отримані на попередніх етапах дослідження. На основі цих даних здійснюється кількісна та якісна оцінка ризику для окремих речовин і визначається порівняльний рівень небезпеки для здоров'я населення групи сполук.

Для оцінки канцерогенного ризику проводяться розрахунки індивідуального та популяційного ризику впливу досліджуваних речовин.

Розрахунок індивідуального канцерогенного ризику CR здійснюють за формулою:

$$CR = LADC \times SF$$

де: LADD – середня добова доза протягом життя, мг/(кг*доба); SF - фактор нахилу, (мг/(кг*доба))"

При застосуванні величини одиничного ризику розрахункова формула набуває вигляду:

$$CR = LADC \times UR$$

де: LADC - середня концентрація речовини в атмосферному повітрі за весь період усереднення експозиції, мг/м³; UR - одиничний ризик, (мг/м³)⁻¹

Одиничний ризик розраховують із використанням величини SF, стандартної величини маси тіла людини (70 кг) та добового споживання повітря (20 м³):

$$UR_i \text{ (м}^3\text{/мг)} = SF_i \text{ (мг/кг} \times \text{доба)}^{-1} \times 1/70 \text{ кг} \times 20 \text{ (м}^3\text{/доба)} \quad (7)$$

Поряд з розрахунками індивідуального канцерогенного ризику проводять визначення популяційного ризику (PCR), який відображає додаткову (до фонові) кількість випадків новоутворень, які можуть виникнути протягом життя внаслідок впливу досліджуваного фактора:

$$PCR = CR \times POP$$

де: CR - індивідуальний канцерогенний ризик;

POP - чисельність популяції, що підпадає під вплив даного фактора, чол.

При порівняльній характеристиці ризику іноді використовують величину популяційного річного ризику (PCR_a), що являє собою розраховану кількість додаткових випадків раку протягом року:

$$PCR_a = \sum \frac{(C_i \times UR_i) \times POP}{70}$$

де: C_i - середня річна концентрація i-тої речовини;

POP - чисельність популяції, що зазнає впливу, чол. UR_i - одиничний ризик протягом життя (70 років).

Канцерогенний ризик за комбінованої дії декількох хімічних сполук розглядають як адитивний. При аналізі доцільно групувати досліджувані канцерогени з урахуванням виду та/або локалізації пухлин. У цьому випадку розрахунок сумарних канцерогенних ризиків здійснюють окремо для кожної групи (наприклад, для раку легень, пухлин печінки тощо).

Таким чином, за впливу декількох канцерогенів сумарний канцерогенний ризик розраховують за формулою:

$$CR_T = \sum CR_j$$

де: CR-р- загальний канцерогенний ризик для шляху надходження T; CR: - канцерогенний ризик для j-тої канцерогенної речовини.

Приклад 1 розрахунку канцерогенного ризику, пов'язаного із забрудненням атмосферного повітря бенз(а)піреном. Розраховуємо середню добову дозу впливу бенз(а)пірену на населення міста, де концентрація бенз(а)пірену в атмосферному повітрі становить $0,95 \cdot 10^{-6}$ мг/куб.м. Використовуючи стандартні дескриптори експозиції, проводимо розрахунок за формулою:

$$LADD = [(Ca \times Tout \times Vout) + (Ch \times Tin \times Vin)] \times EF \times ED / (BW \times AT \times 365)$$

Результати розрахунку

Параметр	Характеристика	Стандартне значення
LADD	Величина надходження, мг/кг-доба	
Ca	Концентрація речовини в атмосферному повітрі, мг/куб.м	$0,95 \cdot 10^{-6}$ мг/куб.м
Ch	Концентрація речовини в повітрі приміщення, мг/куб.м	$1,0 \cdot 0,95 \cdot 10^{-6}$ мг/куб.м
Tout	Час, що проводиться поза приміщенням год/доба	8 год/доба
Tin	Час, що проводиться всередині приміщення год/доба	16 год/доба
Vout	Швидкість дихання поза приміщенням куб.м/год	1,4 куб.м/год
Vin	Швидкість дихання в середині приміщення, куб.м/год	0,63 куб.м/год
EF	Частота впливу днів/рік	350 днів/рік

ED	Тривалість впливу, років	30 років (дорослі)
BW	Маса тіла, кг	70 кг (дорослі)
AT	Період осереднення експозиції, років	Для канцерогенів 70 років

$$LADD = [(0,95 * 10^{-6} * 8 * 1,4) + (1,0^{-6} * 0,95 * 10 * 16 * 0,63)] * 350 * 30 / (70 * 70 * 365) = 0,12 * 10^{-6} \text{ мг/кг-доба}$$

При використанні лінійної моделі величина індивідуального ризику буде складати:

$$CR = LADD * SF = 0,12 * 10^{-6} * 3,1 = 0,37 * 10^{-6}$$

Враховуючи, що кількість населення в досліджуваному місті становить 300 000 чоловік, розраховуємо величину популяційного ризику:

$$PCR = CR * POP = 0,37 * 10^{-6} * 300\,000 = 0,11$$

За класифікацією рівнів ризику ВООЗ, розрахований ризик буде низьким, тобто допустимим для здоров'я населення.

При оцінці ризиків для здоров'я, зумовлених впливом забруднювачів атмосферного повітря, доцільно орієнтуватися на систему критеріїв, рекомендовану у публікаціях ВООЗ (1996, 1999, 2000рр.) (табл. 5.1).

Управління ризиками є логічним продовженням процесу оцінки ризиків. Основні завдання управління ризиками полягають у порівнянні різних факторів ризику, визначенні їх значущості, ранжуванні та визначенні пріоритетів, а також обґрунтуванні оптимальних рішень для усунення або зменшення ризиків. Крім того, важливим етапом є оцінка ефективності вжитих заходів та коригування оздоровчих програм. Управління ризиками ґрунтується на комплексному аналізі політичних, соціальних та економічних аспектів отриманих оцінок ризику, порівнянні потенційної шкоди для здоров'я людей і суспільства в цілому, витрат на впровадження різних управлінських рішень щодо зниження ризиків та вигод, які будуть досягнуті завдяки цим заходам.

Таблиця 5.1

Класифікація рівнів ризику

Рівень ризику	Ризик протягом життя
Високий (De Manifestis) - не прийнятний для виробничих умов і населення. заходів з усунення або зниження ризику Необхідне здійснення	$>10^{-3}$
Середній - припустимий для виробничих умов; за впливу на все населення необхідний динамічний контроль і поглиблене вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів для вирішення питання про заходи з управління ризиком	10^{-3} - 10^{-4}
Низький - припустимий ризик (рівень, на якому, як правило, встановлюються гігієнічні нормативи для (населення)	10^4 – 10^6
Мінімальний (De Minimis) - бажана (цільова) величина ризику при проведенні оздоровчих і природоохоронних заходів	$< 10^6$

Останнім етапом у методології аналізу ризику є інформування про ризик, яке передбачає процес поширення інформації про рівень ризику для здоров'я людини та прийняті рішення щодо його контролю.

Хід роботи

1. Зібрати та зазначити усі вихідні дані, необхідні для оцінки ризику забруднення атмосферного повітря, включаючи інформацію про концентрацію забруднювачів, типи речовин, їх джерела та періодичність вимірювань.
2. Ознайомитися з основними підходами до оцінки ризику згідно Методичних рекомендацій "Оцінка

ризик для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря"

<https://ips.ligazakon.net/document/MOZ6815?form=MGOAV3>

3. Оцінити канцерогенний ризик пов'язаного із забрудненням атмосферного повітря
4. Проведення розрахунку канцерогенного ризику на основі параметрів CPF та UR для забруднення атмосферного повітря певними хімічними сполуками.
5. Підсумувати та обговорити основні результати оцінки ризику для здоров'я населення в результаті забруднення атмосферного повітря.
6. Рекомендувати можливі шляхи зменшення ризиків, такі як вдосконалення системи моніторингу повітря, очищення повітря чи посилення екологічних норм

Питання для самоперевірки

1. Що таке канцерогенний ризик та які параметри використовуються для його оцінки?
2. Як визначається фактор канцерогенного потенціалу (CPF)?
3. Що таке одиничний ризик (UR) і як його можна оцінити?
4. Яким чином оцінка канцерогенного ризику від забруднення атмосферного повітря здійснюється на основі значень CPF?
5. Як визначити пріоритети для управління ризиками в екологічних системах?
6. Які основні завдання управління ризиками в екологічній безпеці?
7. Як впливає фактор нахилу (SF) на оцінку канцерогенного ризику?
8. Яким чином проводиться порівняльна характеристика ризиків для здоров'я населення?
9. Які методи використовуються для мінімізації ризиків у рамках управлінських рішень?

ДОДАТОК 1

Референтні концентрації за хронічного інгаляційного впливу

Речовина	RfC,	Критичні органи/системи
Азоту діоксид	0,04	Органи дихання
Азотна кислота	0,04	Органи дихання
Акрилова к-та	0,001	Органи дихання
Акрилонітрил	0,002	Органи дихання
Акролеїн	0,00002	Органи дихання
Алюміній та сполуки	0,005	ЦНС, органи дихання
Аміак	0,1	Органи дихання
Анілін	0,001	Селезінка, кров
Ацетальдегід	0,009	Органи дихання
Ацетон	30	Печінка, нирки ЦНС
Ацетонітрил	0,06	Системн.
Ацетонціангідрин	0,01	Печінка, органи дихання
Ацетофенон	0,00002	ЦНС, органи дихання
Барій та сполуки	0,0005	Реп род
Бензол	0,06	Розвиток, кров, ЦНС
Берилій та сполуки	0,00002	імун.
Бромметан	0,005	ЦНС, органи дихання, розвиток
Брометен	0,003	Печінка, ШКТ
Бутадієн, 1,3-	0,008	Репрод.
Бутанол, 2-	0,3	ЦНС
Бутеноксид, 1-	0,02	Органи дихання
Бутилацетат	0,7	Органи дихання
Бутоксіетанол, 2-	13	Кров
Ванадій та сполуки	0,00007	Органи дихання
Завислі частинки (PM 10)	0,05	Органи дихання

Завислі частинки (PM 2,5	0,015	
Завислі частинки	0,1	Органи дихання
Вінілацетат	0,2	Органи дихання
Вінілхлорид	0,005	розвиток
Водень сульфід	0,001	Органи дихання
Водень фтористий	0,03	Кісткова сист. Органи дихання
Водень ціанід	0,003	ЦНС, гормон
Гексаметилен-діізоціанат	0,00001	Органи дихання
Гексан	0,2	ЦНС, органи дих
Гексанон,2-	0,005	ЦНС, органи дих
Гексахлорбензол	0,003	Печінка
Гексахлорбутадиєн	0,09	Розвиток, систем
Гексахлоретан	0,08	ЦНС, системн.
Гідразин	0,0002	Печінка, гормон.
Ді (2-етилгексил) фталат	0,01	Печінка, органи дихання
Диброметан,1,2	0,0008	Нирки, печінка розвиток, репрод
Діванадій пентооксид	0,00007	Органи дихання
Ділильних двигунів емісії	0,005	Органи дихання
Діетиламін	0,00002	Органи дихання
Диметилгідразин,1,1-	0,00001	Печінка
Діоксан,1,4-	0,8	Печінка, нирки
Дифтор-1-хлоретан,1,1-	50	ЦНС кров
Дихлорбензол,1,2-	0,2	Нирки, розвиток маса тіла
Дихлорбензол,1,3	0,008	Нирки, розвиток
Дихлорбензол,1,4-	0,8	Печінка, нирки, розвиток
Дихлордіфторметан	0,2	Печінка, розвиток
Дихлорметан	0,4	Печінка, ЦНС

Дихлорпропан, 1,2-	0,004	Органи дихання
Дихлорпропен, 1,3-	0,02	Органи дихання
Дихлорпропен, транс-1,3-	0,02	Органи дихання
Дихлорпропен, цис- 1,3-	0,02	Органи дихання
Дихлорфторметан	0,6	Системн.
Дихлоретан, 1,1-	0,5	Нирки
Дихлоретан, 1,2-	0,4	Розвиток
Дихлоретилен, 1,2	0,06	Печінки, біохім., розвиток
Епіхлоргідрин	0,001	Органи дихання
Етанол	100	Органи дихання, ЦНС
Етиленбензол	1	Розвиток, печінка, нирки, гормон.
Етилен	0,1	Кров
Етиленоксид	0,005	Кров, мутаген.
Етилмеркаптан	0,001	Органи дихання
Етоксietанол, 2-	0,2	Репрод., кров
Етоксietилацетат, 2-	0,3	Репрод., кров
Ізопропілбензол	0,4	Нирки, гормон.
Ізофорон	0,012	Маса тіла
Кадмій та сполуки	0,0002	Нирки, органи дихання
Керосин	0,01	Печінка
Кобальт та сполуки	0,00005	Органи дихання
Ксилол	0,3	ЦНС, кров, біохім.
о-Ксилол	0,44	Розвиток
Марганець та сполуки	0,00005	ЦНС
Мідь та сполуки	0,00002	Органи дихання системн.
Метанол	4	Розвиток
Меліл-2-пентанол, 4-	0,08	Печінка, нирки

Метилізоціанат	0,001	Органи дихання, системн.
Метилмеркаптан	0,001	Органи дихання ЦНС
Метилметакрилат	0,7	Органи дихання
Метил-трет-бутиловий ефір	3	Печінка, нирки
Перилен	0,07	Нирки
Піридин	0,007	Печінка, біохім.
п-Ксилол	0,44	Розвиток, ЦНС органи дихання
Поліхлоровані біфеніли	0,0012	Печінка, нирки, гормон.
Пропілен	3	Органи дихання
Пропілен оксид	0,03	Органи дихання
Ртуть та сполуки	0,003	ЦНС
Свинець та його неорганічні сполуки	0,00015	ЦНС, розвиток, кров
Селен	0,00008	Органи дихання системн.
Сірки діоксид	0,08	Органи дихання
Сірковуглець	0,7	ЦНС, розвиток
Стирол	1	ЦНС
Стиролу оксид	0,006	Органи дихання системн.
Тетрахлордibenзо-п-діоксин,2,3,7,8-	0,00000004	Печінка, розвиток гормон., репрод кров
Тетрахлордibenзофуран,2,3,7,8,-	0,00000004	Печінка, розвиток, гормон., репрод.,
етрахлоретант	0,04	Печінка, розвиток
Тетрахлоретан,1,1,2,2,-	0,2	Печінка
Тетрахлоретилен	0,035	Нирки, печінка, розвиток, ЦНС

Тетрахлорфенол	0,09	Печінка
Толуїлендіізоціанат, 2, 4-	0, 00007	Органи дихання
Толуол	0,4	ЦНС, розвиток органи дихання
Толуол-2,6-діізоціанал	0,00007	Органи дихання
Толуолдіізоціанат (суміш ізомерів)	0,00007	Органи дихання
Тоулолдіізоціанат, 1,3 -	0,00007	Органи дихання
Трикрезол	0,004	Кров
Триметилбензол, 1,2, 4-	0,006	ЦНС, нирки, біохім.
Триметилбензол 1,3,5-	0,006	ЦНС, нирки, біохім.
Трихлорбензол 1,2,4-	0,2	печінка
Трихлорбензол, 1,3,5-	0,0036	Розвиток, нирки, органи дихання
Трихлорфторметан	20	Розвиток, нирки, органи дихання
Трихлоретан, 1,1,1-	1	Нирки, розвиток, ЦНС
Трихлоретан, 1,1,2-	0,4	Розвиток ЦНС
Трихлоретилен	0,6	Розвиток
Триетиламін	0,007	Органи дихання
Фенол	0,006	Серц.-суд. сист., нирки, ЦНС, печінка
Формальдегід	0,003	Органи дихання, імун.
Фосген	0,0003	Органи дихання
Фосфор	0,00007	системн., волосся
Фосфорна кислота	0,01	Органи дихання
Фталевий ангідрид	0,01	Органи дихання

Флориди	0,03	Органи дихання, кісткова сист.
Фурфурол	0,05	Органи дихання
Хлор	0,0002	Органи дихання
Хлор діоксид	0,0002	Органи дихання
Хлор-1,2- дибромпропан,3-	0,0002	Репрод
Хлорацетофенон, альфа-	0,00003	Органи дихання
Хлорбензол	0,059	Печінка, нирки
Хлорбута-1,3-дієн,2-	0,007	Органи дихання, розвиток
Хлордіоксини і дібензофурани	0,0000000 4	Печінка, репрод. розвиток, гормон.
Хлордифторметан	50	Нирки, ендокрин (наднирни ки гіпофіз), розвиток,
Хлорметан	0,1	ЦНС
Хлороформ	0,098	Печінка, розвиток нирки
Хлорпікрин	0,004	Печінка, органи дихання, системн.
Хлор пропан,2-	0,1	Печінка
Хлорфенол,2-	0,0014	Розвиток, репрод.
Хлоретан	10	Розвиток, ШКТ
Хром (III)		Органи дихання
Хром (VI)	0,0001	Органи дихання
Хромова кислота	0,00001	Органи дихання
Ціаніди	0,003	Нервова сист гормон.
Циклогексан	0,28	ЦНС, органи дихання
Циклогексанол	0,00002	М'язова сист.
Цинк та сполуки	0,0009	Органи дихання

ДОДАТОК 2

Фактори канцерогенного потенціалу

Речовина	SFi,(мг/ (кг*д о- ба)	Речовина	SFi, (мг/ (кг доб а)
Азасерин	11	Метоксибензамін,2-гідрохлорид	0,11
Азатиоприн	1,8	Мірекс	18
Азобензол	0,11	Мітоміцин С	8200
Акриламід	4,5	Монокроталін	10
Акрлонітрил	0,24	Миш'як	15
Актиноміцин D	8700	Нафтиламін,2-	1,8
Алар	0,018	Нафто(1,2,3,4def)хрізен	3,9
Алдрин	17	Нікель	0,91
Апліл хлористий	0,021	Нікель очищений,пил	0,84
Аміно-2-метилантрахінон,1-	0,15	Нікель субсульфід	1,68
Аміно-3-метил-9Н-піридо[2,3-b]індол,2-	1,2	Нітрилотриоцтова кислота	0,0053
Аміно-6-метилдіпіридилдо [(1,2-а:3Т,2Т-d)імідазол,2-	4,8	Нітрилотриоцтова кислота,тринатрієва сіль моногідрат	0,01
2-Аміно-9Н-піридо[2,3-b]індол	0,4	Нітроаценафтен,5-	0,13
Аміно-9-етилкарбазол,3-гідрохлорид	0,078	Нітрогліцерин	0,014
Аміноазотолуол,о-	3,8	Нітрозо-N-метилсечовина,N-	120

Амінопірідо(1,2-а:3Т,2Т-d) імідазол,2	1,4	Нітрозо-N-метилуретан,N-	110
Амінодіфеніл,4-	21	Нітрозо-N-етилсечовина,N-	27
Амітрол	0,91	Нітрозодибутиламі н,N	5,6
Анілін	0,00 57	Нітрозодиметиламі н,N	49
Араміт	0,02 5	Нітрозодипропіламі н,-	7
Аурамін	0,88	Нітрозодифеніламі н,N	0,00 9
Ацетальдегід	0,00 77	Нітрозодіетиламін, N-	150
Ацетамід	0,07	Нітрозоіміно)діетан ол,2,2Т-	2,8
Ацетиламінофлуорен	3,8	Нітрозометилетила мін,N-	22
Ацетофенетидин,п-	0,00 22	Нітрозоморфолін,N -	6,7
Бенз[а]антрацен	0,31	Нітрозонорнікотин, N-	1,4
Бензо[в]флуорантен	0,39	Нітрозопіперідин,N -	9,4
Бензо[і]флуорантен	0,39	Нітрозопіролідін,N-	2,1
Бензо[к]флуорантен	0,03 1	4-Нітрозофеніл)анілі н,N	0,02 2
Бенз(а)пірен	3,1	Нітропірен,1-	0
Бензол	0,02 7	Нітропірен,4-	0,39
Берилій	8,4	Нітропропан,2-	9,4
Берилій оксид	7	Нітроген	0,08 2
Берилій сульфат (1:1)	3000	Нітрохрізен,6-	39

Біс(2-хлорізопроріловий)ефір	9	Ніфураден	1,8
Біс(2-хлоретилловий)ефір	1,15	Ніфуртиазол	2,3
Біс(п-хлорфеніл)-1,1 діхлоретилен,2,2-	0,34	Оксидіанілін,4,4Т-	0,14
Біфінелол,2-,натрієва сіль	0,003	Октахлордібензо-п-діоксин	130
Бромдіфеніли	3 0	Октахлордібензофуран, 1,2,3,4,5,6,7,8	130
Бромдихлорметан	0,13	Пентахлордібензофуран, 1,2,3,7,8-	8000
Бромформ	0,0039	Пентахлордібензофуран, 2,3,4,7,8-	80000
Брометен	0,11	Пентахлорфенол	0,018
Бутадієн,1,3-	1,8	Пігмент червоний	0,0053
Бутіролактон,бета-	1	Харчовий фіолетовий2	0,02
Вінілхлорид	0,3	Поліхлоровані біфеніли	0,4
Гексахлоран	1,78	Понсо 3R	0,016
Гексахлорбензол	1,6	Понсо МХ	0,0045
Гексахлорбутадієн	0,077	Прокарбазин	14
Гексахлордібензо-п-діоксин	3300	Прокарбазин гідрохлорид	12
Гексахлордібензо-п-діоксин, 1,2,3,4,7,8,-	16000	Пропансультон,1,3-	2,4

Гексахлордібензо-п-діоксин, 1,2,3,7,8,9-	4550	Пропілен оксид	0,01 3
Гексахлордібензо-п-діоксин, 1,2,3,6,7,8-	1600 0	Пропілітіурацил	1
Гексахлордібензофуран, 1,2,3,4,7,8-	1600 0	Пропіолактон, бета-	14
Гексахлордібензофуран, 1,2,3,6,7,8-	1600 0	Прямий коричневий 95	6,7
Гексахлордібензофуран, 1,2,3,7,8,9-	1600 0	Прямий синій 6	7,4
Гексахлордібензофуран, 2,3,4,6,7,8-	1600 0	Прямий чорний 38	7,4
Гексахлоретан	0,01 4	Резерпін	11
Гептахлор	4,5	Сапрол	0,22
Гептахлордібензо-п-діоксин, 1,2,3,4,6,7,8-	1600	Свинець	0,04 2
Гептахлордібензофуран, 1,2,3,4,6,7,8-	1600	Свинець ацетат	0,28
Гептахлордібензофуран, 1,2,3,4,7,8,9-	С	Свинець ацетат, основний	0,03 8
Гептахлорепоксид	9,1	Синій N 1	0,05 1
Гідразин	17,1	Стерігматоцистин	35
Гідразин сульфат	17	Стиролоксид	0,16
Гіромітрин	10	Стрептозоцин	110
Дакарбазин	49	Сульфалат	0,19
ДДТ	0,34	Тетрааміоантрахінон, 1,4,5,8-	0,00 45
Ді(2-етилгексил)фталат	0,00 84	Тетрагідрофуран	0,00 68
Діаміноанізол, 2,4-, сульфат	0,01 3	Тетраметил-4,4Т-діамінобензофенон, N,N,N,N-	0,86

Діаміноанізол,2,4-	0,02 3	Тетрахлордібензо- п-діоксин, 2,3,7,8-	150 000
Діамінодіфенілметан, 4,4Т-	1,6	Тетрахлордібензо фуран,2,3,7,8	160 00
Дибенз[а,і]акрідин	0,39	Тетрахлордіфеніле тан,4,4-	0,24
Дибенз(а,н)антрацен	3,1	Тетрахлоретан	0,05 3
Дибенз[а,н]акрідин	0,39	Тетрахлоретан, 1,1, 1,2-	0,02 6
Дибенз[ф,і]антрацен	1,9	Тетрахлоретан, 1,1, 2,2,	0,2
Дибензо[а,н]пірен	39	Тетрахлоретилен	0,00 2
Дибензо[а,і]пірен	39	Тіоацетамід	6,1
Дибензо[а,і]пірен	39	Тіодіанілін,4,4Т	15
Дибромхлорметан	0,09 4	Тіосечовина	0,07 2
Диброметан, 1,2-	0,77	Тіофосфамід	12
Дигідросафрол	0,04 4	Токсафен	1,1
Дигліциділрезорцино вий ефір	1,7	Толуїлендіізоціанат ,2,4-	0,03 9
Диметилбенз[а]антра цен,7,12-	250	Толуол-2,6- диізоціанат	0,03 9
Диметилгідразин, 1,1-	550	Толуолдіізоціанат, 1 ,3-	0,03 9
Диметилкарбамоілхл орид	13	Транс-2- [(Диметиламіно) метиліміно]-5-[2-(5- нітро-2 фурил)вініл]-1,3,4- оксадіазол	0,44
Динітропірен, 1,6-	39	Трет-Бутил-4- метоксифенол,2-	0,00 02
Динітропірен, 1,8-	39	Тріафур	16

Динітротолуол,2,4-	0,31	Триптофан Р1	26
Діоксан,1,4-	0,02 7	Триптофан Р2	3,2
Дифенілгідразин,1,2-	0,77	Трихлорфенол,2,4, 6-	0,01 1
Дихлорбензол,1,4-	0,04	Трихлоретан,1,1,2-	0,05 7
Дихлорбут-2-ен,1,4-	9,3	Трихлоретилен	0,00 63
Дихлордіметиловий ефір,1,1Т-	217	Уретан	1
Дихлорізопропіловий ефір,2,2Т-	0,03 5	Феназопіридин	0,17
Дихлорметан	0,00 16	Феназопіридин гідрохлорид	0,15
Дихлорофос	0,29	Фенестерин	150
Дихлорпропан,1,2-	0,06 3	Фенілен-2,4-діамін	4
Дихлорпропен,транс- 1,3-	0,13	Фенобарбітал	0,46
Дихлорпропен,цис- 1,3-	0,13	Феноксibenзамін	3,1
Дихлоретан,1,1-	0,00 57	Феноксibenзамін гідрохлорид	2,7
Дихлоретан,1,2-	0,09 1	Формальдегід	0,04 6
Дихлоретилен,1,1-	0,18	Фурацилін	9,4
Діелдрін	16	Фуриламід	0,21
Діетилстілбестрол	490	Фуриум	1,5
Епіхлоргідрин	0,00 42	Фурмециклокс	0,03
Естрадіол	39	Хлор-1,2- дібромпропан,3-	0,00 24
Етиленімін	65	Хлор-5- метиланілін,2-	8,4
Індено[1,2,3-с,d]пірен	0,31	Хлорбензилат	0,27

Кадмій	6,3	Хлорбутин	440
Калію бромат	0,49	Хлордан	1,3
Кам'яновугільні смоли	2,17	Хлордан технічний	0,35
Каптан	0,00 23	Хлоровані парафіни С 60% хлору)	0,08 9
Каптофол	0,15	Хлор метан	0,00 63
Кепон	16	Хлорметоксиметан	2,4
Купферон	0,22	Хлороталоніл	0,00 31
Лізіокарпін	7,8	Хлор-о-фенілендіамін,	0,01 6
Ліндан	1,1	Хлороформ	0,08 1
Ліндан,альфа	6,3	Хлорпропан,2-	0,13
Ліндан,бета	1,85	Хлортріанізен	240
Мелфалан	130	Хлорендікова кислота	0,09 1
Метил-1-нітроантрахінон,2-	4,3	Хлоретан	0,00 29
Метил-1-хлорпропен,2	0,04 5	Хризен	0,00 31
Метил-2-метоксианілін,5-	0,15	Хром (VI)	42
Метил-NT-нітрозо-N-нітрогуанідин,N-	8,3	Хромова кислота	42
Метиланілін,2-	0,18	Циклофосфамід гідрат	0,57
Метиланілін,2-, гідрохлорид	0,13	Циклофосфан	0,61
Метілен біс(2-хлоранілін)4,4Т-	0,13	Циннамілантраніла т	0,00 46
Метилендіанілін,4,4Т, діхлорид	1,2	Епіхлоргідрин	0,00 42

Метилметансульфонат	0,099	Естрадіол	39
Метилтіоурацил	0,4	Етиленімін	65
Метил-трет-бутиловий ефір	0,00015	Метилхолантрен,3-	22
Метилхрізен,5-	3,9	Метокси-5-нітроанілін,2-	0,049

ЛІТЕРАТУРА

Рекомендована література (основна)

1. Безпека регіонів України і стратегія її гарантування / Б. М.Данилишин, А. В. Степаненко, О. М. Ральчук та ін. ; за редакцією д.е.н., проф., чл.-кор. НАН України Б. М. Данилишина. К. : Наук. думка, 2008. Т1. 392 с.
2. Герасимчук З. В., Олексюк А. О. Екологічна безпека регіону: діагностика і механізм забезпечення : монографія. Луцьк : «Надстир'я», 2007. 280 с.
3. Біологічна безпека України / Андрейчин М. А. та ін. ; за заг. ред. Величка М. В., Радченка В. Г. ; Нац. акад. Служби безпеки України, Наук. центр превентив. токсикології, харч. та хім. безпеки ім. Л. І. Медведя М-ва охорони здоров'я України. Київ : Нац. акад. СБУ, 2016. 783 с.
4. Екологічна безпека : підручник / Шмандій В. М., Клименко М. О., Голік Ю.С. та ін. Херсон : Олді-плюс, 2013. 364 с.
5. Орел С. М., Мальований М. С., Орел Д. С. Оцінка екологічного ризику. Вплив на здоров'я людини : навчальний посібник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. 232 с.
6. Орел С. М., Николаєв А. Т. Безпека військової діяльності: оцінка впливу небезпечних речовин на військовий підрозділ. Львів, 2011. 154 с.
7. Основи біобезпеки (екологічний складник) : навч. посіб. / Л. П. Новосельська, Т. Г. Іващенко,

- В. П. Гандзюра, О. П. Кулінич ; за заг. наук.ред. д.б.н. О. І. Бондаря. К. : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 180 с.
8. Екологія з основами біобезпеки. Частина 1. Інгрєдїєнтне забруднення / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Петрук Р. В., Іщенко В. А., Трач І. А. Херсон : Олді-плюс. 2019. 196 с.
 9. Хилько М. І. Екологічна безпека України : навчальний посібник. К., 2017. 266 с.
 10. Екологічна безпека : підручник / Шмандій В. М., Клименко М. О., Голік Ю. С., Прищєпа А. М., Бахарєв В. С., Харламова О. В. Херсон, 2017. 337 с.
- Рекомендована література (допоміжна)**
11. Pryshchera A. M., Biedunkova O. O. Дїагностика екологічної безпеки та кризових явищ агросфєри в умовах впливу урбосистем. *International security studios: managerial, economic, technical, legal, environmental, informative and psychological aspects*. International collective monograph. Georgian Aviation University. Tbilisi, Georgia, 2023. P.1047–1068.
 12. Клименко М. О., Клименко О.М., Буднік З. М. (2016) Оцінка екологічної безпеки території басейну р. Іква. *Вїсник Національного університету водного господарства та природокористування* (2(74)). С. 29–37.
 13. Клименко М. О., Прищєпа А. М. Закономірності зміни та тенденції розвитку соціо-економіко-екологічного стану агросфєри в умовах впливу урбосистем. *Науково-їнноваційний супровід збалансованого природокористування* : матеріали ІІ Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції Україна, м. Рівне, 4-5 листопада 2021 р. [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2021. 107 с.

14. Клименко М. О., Прищепа А. М., Варжель О. В. Обґрунтування методичних підходів до оцінювання екологічної безпеки та екологічного стану орних земель Рівненської області. *Вісник НУВГП. Серія «Сільськогосподарські науки»*. Випуск 3(95) 2021 р. С. 69–84.
15. Клименко М. О., Прищепа А. М., Долженчук В. І., Варжель О. В., Клименко В. О. Діагностика екологічної безпеки орних земель Рівненської області. *Науково-інноваційний супровід збалансованого природокористування* : матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Україна, Рівне, 4-5 листопада 2021 р. [Електронне видання]. Рівне : НУВГП, 2021. 107 с.
16. Прищепа А. М. Діагностування рівня екологічної безпеки агросфери зони впливу урбосистеми за групами індикаторів. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2016. Вип. 2(74). С. 144–155.
17. Прищепа А. М., Варжель О. В. Система діагностики екологічної безпеки агросфери. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. Вип. №1(97). 2022. С. 84. DOI: <https://doi.org/10.31713/vs120228>
18. Прищепа А., Варжель О., 20233 Діагностика екологічної безпеки Рівненської області за показниками ресурсної складової. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, (1), 46–53. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2022-1-7>
19. Шмандій В. М., Солошич І. О., Колеснік Д. В. Управління екологічною небезпекою твердих побутових відходів регіону. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2021. Вип. 2/2021. С. 51–56.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws>
 2. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Управління відходами. URL: <https://mepr.gov.ua/timeline/Vidhodi-ta-nebezpechni-rechovini.html>
 3. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6). URL: <http://www.lib.rv.ua/>
 4. Рівненська централізована бібліотечна система (м. Рівне, вул. Київська, 44). URL: <http://cbs.rv.ua/>
- 5 НУВГП.