

УДК 504.61

В.М. Триснюк

Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України, Київ

## СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПРИРОДНИХ І АНТРОПОГЕННО-МОДИФІКОВАНИХ ГЕОСИСТЕМ

*Розглянуто систему управління екологічною безпекою природних і антропогенно-модифікованих систем. Важливим чинником, що забезпечує нормальне функціонування регіональної системи управління природокористуванням, є виявлення причинно-наслідкових взаємозв'язків між техносферою та екосферою. Структура та характер таких взаємозв'язків, що визначаються шляхом екологічного районування території, відображають комплексне поєднання польових методів спостереження, методів математичного моделювання і методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з активним використанням технологій геоінформаційних систем (ГІС).*

**Ключові слова:** екологічна безпека, моніторингові дослідження, антропогенно-модифіковані системи, ризики.

### Вступ

**Актуальність теми.** Управління екологічною безпекою – це цілеспрямоване проведення заходів щодо зниження індивідуальних, групових, популяційних ризиків на основі їхнього аналізу, вибору пріоритетів та економічного обґрунтування заходів при максимально широкому порівнянні їхніх варіантів. При цьому заходи можуть бути різного характеру – технологічного, організаційного, економічного, пропагандистського, рекламного і т.ін.

Система управління екологічною безпекою геосистем забезпечується шляхом створення раціональних «конструкцій», які передбачають:

- відповідну організацію території;
- вибір форм і видів господарювання з урахуванням особливостей протікання в геосистемах небезпечних процесів і явищ (екологічних ризиків);
- проведення заходів щодо попередження виникнення екологічних загроз.

**Аналіз останніх наукових досліджень.** Наукометричний огляд підтверджує, що сучасна практика управління екологічної безпеки геосистем не достатньо використовує інформаційні технології для прийняття управлінських рішень.

В останній час поглиблюються та деталізуються знання з різних наукових напрямків: техніко-економічного (О.М. Трофимчук, Є.О. Яковлев, В.І. Мокрий), природничого (Г.І. Рудько, В.І. Лялько, А.Б. Качинський, О.М. Адаменко, В.В.Радчук, В.Б. Мокін, Я.М. Семчук).

**Мета дослідження.** Розробити схему-алгоритм управління екологічною безпекою території регіону.

### Виклад основного матеріалу

Аналіз ризиків на регіональному рівні пов'язаний з аналізом загроз, які відповідно визначають рівень безпеки регіонів. Теоретичною основою оці-

нювання рівнів безпеки регіонів може бути теорія надійності, відповідно до якої надзвичайні ситуації слід розглядати як «відмови» елементів систем, що призводять до порушення їхньої стійкості [1].

Система управління екологічною безпекою природних і антропогенно модифікованих геосистем складається із таких блоків:

- екологічний аудит, який включає ідентифікацію геосистем і оцінювання їх стану, характеристику існуючих екологічних ризиків, прогнозування їх виникнення і розвитку;
- екологічне проектування, спрямоване на розроблення проектів структурно-функціональної організації геосистем, в яких обґрунтовані управлінські рішення (заходи і ресурси) для досягнення визначених цілей і завдань;
- екологічний моніторинг, завданням якого є контроль за реакцією геосистем на реалізовані проекти (управлінські рішення) [2].

Загалом управління екологічною безпекою – це складний, багатоступінний процес, що потребує належного технічного оснащення і відповідно теоретичного обґрунтування.

Розглянемо більш докладно алгоритм цього процесу, представлений на рис. 1.

### Визначення небезпеки

Визначення небезпеки полягає в ідентифікації та попередньому оцінюванні ступеня небезпеки елементів забруднення, характерних для певної території. До них можна зараховувати такі: радіація певного виду, хімічна речовина, тверді частки (наприклад, цемент, азбест) і т.ін.

На цьому ж етапі необхідно з'ясувати джерело або сутність біологічної активності елементів забруднення, канали його проникнення в організм, дозо-ефектні залежності, гранично допустимі концентрації, потужності та експозиції.



Рис. 1. Схема-алгоритм управління екологічною безпекою

У багатьох випадках, коли отриманих даних недостатньо, процедури, які здійснюються на цьому етапі, вирішення таких медичних питань: як захворювання, синдроми або порушення фізіологічних функцій (канцерогенез, вапнування легень, хронічні бронхіти і т.ін.). Слід пам'ятати, що вплив багатьох елементів забруднення може бути багатоплановим, виявлятися через тривалий проміжок часу і бути різним для окремих індивідів у популяції залежно від їхніх статевікових особливостей, імунологічної реактивності та навіть расової належності.

#### **Інвентаризація об'єктів та джерел небезпеки**

Цими джерелами можуть бути промислові підприємства, енергетичні установки, транспортні засоби, побутові викиди тощо.

На цьому етапі визначаються не тільки джерела забруднення, а й канали їхнього надходження в навколишнє середовище, причому окремо в атмосфері, ґрунт, водойми, харчові продукти або безпосередньо в організм. Це необхідно насамперед для організації подальшого ефективного моніторингу, без якого управління екологічною безпекою є практично неможливим.

#### **Моделювання екологічної ситуації**

Процеси розсіювання та розповсюдження елементів забруднення можуть відбуватися через проникнення хімічних елементів, під впливом вітру, з

водопотоку, шляхом виникнення радіоактивності. Забруднення можуть перевозитися зі сміттям, переноситися на підшвах взуття тощо. У разі бактеріальних інфекцій самі люди стають переносниками та суб'єктами його поширення в популяції, на окремих територіях і за їхніми межами.

Необхідність моделювання на основі різних методів – за допомогою фізичних вимірювань, анкетування, побудови складних математичних моделей – полягає в тому, що тільки таким шляхом можуть бути обґрунтовані обрані рецепторні точки для моніторингу. Саме на основі свідчень у рецепторних точках надалі здійснюватиметься управління відповідними процесами.

#### **Вибір моніторингових точок спостережень**

Цей вибір є складним процесом, що викликає іноді серйозні дискусії. Проблема полягає в тому, що точки максимальних концентрацій або експозицій часто не є стаціонарними, переміщуючись залежно від погоди, пори року і навіть часу доби. Крім того, екстремальні точки іноді спостерігаються в місцях, де практично не з'являються люди або де їхня присутність мінімальна.

Необхідно також враховувати періодичність і циклічність появи агента, а також інерційність його переміщення, залежну від швидкості вітру, сонячної радіації, атмосферного тиску, вологості повітря, кількості опадів і багатьох техногенних чинни-

ків, наприклад, швидкості руху автомобілів на автостадах, наявності електростатичних і електромагнітних полів, які концентрують пилові частинки, і т. ін.

Загальна кількість моніторингових точок залежить переважно від площі досліджуваної території, концентрацій та експозицій елементів забруднення на різних територіях, а також економічних можливостей контролюючої організації. У тих випадках, коли концентрації або потужності надходження елементів в різних точках на досліджуваній території значно корелюють – саме на основі моніторингу в цих точках і буде насправді здійснюватися управління екологічною безпекою [3].

Дуже часто на вибір рецепторних точок впливає попередньо проведений аналіз щільності населення на досліджуваній території. Тому його слід розглянути докладніше.

Дані щодо щільності населення виражаються у вигляді чисельності населення за окремими територіально-адміністративними одиницями.

#### **Оцінка здоров'я людини**

Для оцінювання захворюваності та смертності від індивідуальної і сумарної дії елементів забруднення, що становлять небезпеку для здорової людини, як правило, рецепторні точки диференціюються за критеріями канцерогенності та неканцерогенними діючими чинниками ризику. Цей етап потребує знань і відомостей, отриманих на попередніх етапах, а за необхідності – додаткових досліджень.

При визначенні популяційного ризику і прогнозуванні демографічної ситуації в районі дослідження передбачаються незмінними чисельність населення по території, розподіл середньої тривалості очікуваного життя, не враховується міграція населення, можливі зміни потужності підприємств, що створюють небезпечні агенти, можливі зміни технології виробництва кінцевого продукту, у зв'язку з чим один небезпечний елемент може змінитися іншим, і т.ін.

Популяційний ризик здебільшого визначається як очікувана додаткова кількість захворювань або летальних наслідків за рік серед населення контрольованої території. Зокрема, як елементи та території можна розглядати осередок для певної рецепторної точки.

На цій території, як зазначалася, проживає певний заданий відсоток від загальної кількості жителів контрольованого регіону.

#### **Оцінка екологічних чинників**

При постановці завдання оцінювання ризиків, створених стаціонарними джерелами, цей процес може плануватися як для підприємств, розташованих тільки на контрольованій території, так і з

урахуванням суб'єктів господарювання на суміжних територіях. Останній варіант більш ефективний, оскільки відомо, що поширення шкідливих агентів не стримується жодними адміністративними та екологічними чинниками.

Йдеться про декілька десятків або навіть сотень підприємств, що забруднюють довкілля, які зумовлюють вияв небезпеки одного і того самого характеру. Відповідно мета цього етапу, який може здійснюватися паралельно з одним або декількома попередніми етапами, – відібрати ті підприємства, які свідомо здійснюють або можуть забезпечувати основний внесок у створенні ризиків для здоров'я.

Для порівняльної оцінки цих вкладів можна проводити спеціальні метрологічні дослідження, порівняння підприємств за їхньою потужністю, сучасністю використовуваних технологічних процесів, станом технологічного обладнання, анкетуванням і навіть оцінкою стану рослинності в певній зоні.

#### **Сумарне вираження результатів оцінки**

Для подальшого ефективного управління необхідно представляти результати досліджень у вигляді сумарних карт забруднення території та матриці канцерогенного впливу.

#### **Оцінка невизначених ризиків**

Вираховується похибка в оцінці ризиків, що характеризуються такими показниками як коефіцієнт варіації, середньоквадратичне відхилення, довірчий інтервал.

#### **Управління екологічною безпекою**

Управління геосистемами з метою забезпечення їх екологічної безпеки, розглядаємо як діяльність з організації раціональних взаємодій між господарством, технікою, людською діяльністю і геосистемами. За випереджувального управління прогнозується стан геосистем за різних навантажень, визначаються норми дії, а також допустимі наслідки. За оперативного управління контролюється відповідність реального стану геосистеми нормативним характеристикам, а також підтримання заданого режиму за допомогою різних технологічних процесів.

#### **ДЗЗ/ГІС-технології управління екологічною безпекою**

Для цього визначаються кількісні альтернативні та інші засоби для досягнення визначеної мети.

Кінцевим показником, за яким буде проводитись класифікація територій, обрано відносний інтегральний індекс антропогенного навантаження на одиницю досліджуваної території. Антропоген-

не навантаження слід розуміти як будь-який негативний вплив людської діяльності на життєдіяльність екосистеми, який можна виміряти кількісно. Це інтегральні індекси забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів і земельних ресурсів.

Більшу об'єктивність забезпечує комплексне поєднання польових методів спостереження, методів математичного моделювання і методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) в поєднанні з активним використанням технологій геоінформаційних систем (ГІС) [4].

Особливу увагу варто приділити саме впровадження ДЗЗ/ГІС-технологій, оскільки методичний комплекс дешифрування космічних знімків є універсальним, а також використання зазначених можливостей дає змогу автоматизувати процес оцінювання та прогнозування поточної екологічної ситуації в межах спеціалізованої регіональної геоінформаційної системи.

Беручи до уваги специфіку та масштаби поточного техногенного навантаження на довкілля, органи державної влади зацікавлені в розробці та впровадженні нових технологій управління господарською діяльністю, які враховували б як прямі, так і непрямі чинники впливу на навколишнє природне середовище. Для вирішення проблем, пов'язаних з показниками екологічної стійкості територій, необхідне застосування системного підходу, при якому враховується наявність багатьох чинників антропогенного походження, що впливають на екологічну ситуацію в регіоні. Значну частину екологічних проблем регіонів становлять саме ті, що пов'язані з неефективним механізмом прийняття рішень, недостатньою інформативністю екологічних показників, дискретністю підрозділів системи моніторингу довкілля тощо.

## Висновки

Для підвищення ефективності прийняття управлінських рішень у природоохоронній сфері доцільно провести класифікацію територій за інтенсивністю і характером антропогенного навантаження, використовуючи описані вище моделі та методи, тобто враховуючи певні показники без надання будь-якому з них суттєвих переваг щодо значимості перед іншими, але враховуючи рівень інформативності цих показників. Це пов'язано з комплексністю визначеного завдання, дуже високим рівнем відкритості будь-якої екосистеми та надзвичайною складністю кореляційних зв'язків між її компонентами.

## Список літератури

1. Адаменко О.М. Екологічний аудит територій: підручник / О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 342 с.
2. Красовський Г.Я. Інформаційні системи тематичної обробки геоданих в завданнях моніторингу довкілля і природних ресурсів на регіональному рівні / Г.Я. Красовський, О.М. Трофимчук // Матеріали наради «Можливості супутникових технологій і сприянні вирішення проблем Харківщини». – Х., 2009. – С. 65-68.
3. Триснюк В.М. Екологія Гусятинського району / В.М. Триснюк. – Тернопіль: Тернограф, 2004. – 219 с.
4. Трофимчук О.М. Інформаційно-аналітичні технології дослідження озер Шацького НПП / О.М. Трофимчук, Г.Я. Красовський, В.В. Радчук, В.І. Мокрий // Збірник наукових статей. III Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю. – Вінниця, 21-24 вересня 2011 р. – Т.1. – С. 130-133.

Надійшла до редколегії 23.10.2015

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.С. Бутенко, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННО-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЕОСИСТЕМ

В.Н. Триснюк

*Рассмотрена система управления экологической безопасностью природных и антропогенно-модифицированных геосистем. Важным фактором, обеспечивающим нормальное функционирование региональной системы управления природопользованием, является выявление системы причинно-следственных взаимосвязей между техносферой и экосферой. Структура и характер таких взаимосвязей определяются путем экологического районирования территории, отражают комплексное сочетание полевых методов наблюдения, методов математического моделирования и методов дистанционного зондирования Земли с активным использованием технологий геоинформационных систем.*

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, мониторинговые исследования, антропогенно-модифицированные системы, риски.

## MANAGEMENT SYSTEM ENVIRONMENTAL SAFETY OF NATURAL AND MAN-MODIFIED GEOSYSTEMS

V. M. Trysnyuk

*The system of ecological safety management of natural and man-modified systems. An important factor that ensures the normal functioning regional system of environmental management, detection system is causal relationships between technosphere and ecosphere. The structure and nature of the relationships defined by ecological zoning reflect complex combination of field observation methods, mathematical modeling methods and techniques of remote sensing (RS) combined with active use of technologies of geographic information systems (GIS).*

**Keywords:** ecological safety, monitoring studies, anthropogenically modified system risks.