

УДК: 502.1

ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ В.В.

Миколаївський державний гуманітарний університет
імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

Добровольський Валерій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри екології та природокористування МДГУ імені Петра Могили, член-кореспондент УЕАН. Коло наукових інтересів – *теорія екології, екологічна освіта*. Оpubліковано 120 наукових праць.

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ З ВРАХУВАННЯМ РИЗИКІВ

Розглянуто п'ятирівневий алгоритм визначення рівня безпеки екосистеми, яким передбачено формування екологічних характеристик, аналіз загроз, двофакторна оцінка ризику, а також шляхи і засоби зменшення небезпеки.

The 5-level algorithm of determination of the level of ecosystem safety is considered. It is foreseen forming of ecological descriptions, analysis of threats, 2-factors estimation of risk, and also ways and facilities of diminishing of danger.

Вступ

Невпинне погіршення стану природного середовища внаслідок антропогенного впливу вимагає підвищення ефективності природоохоронних заходів, що неможливо без вдосконалення стандартних і дослідницьких методик та розширення наукових пошуків. Зокрема спостерігається зміна ідеології в підході до екологічної безпеки. Якщо раніше єдиним методом оцінки безпеки було порівняння рівня забруднення з гранично допустимими значеннями концентрації (скиду, викиду тощо), то в останні роки все більша увага приділяється концепції екологічного ризику [1, 12].

Методи оцінки ризику широко використовуються в різних галузях діяльності: у страховій справі, у банківській діяльності, у медицині тощо. Теоретичну основу визначення ризиків складають математична статистика і теорія імовірності. Разом з тим використання загальних теоретичних основ у кожній конкретній прикладній галузі має свої особливості. Зокрема в екології як науці використання теорії ризику ускладнюється різноманіттям методичних підходів, об'єктів, рівнів тощо.

У роботі розглядається питання екологічного ризику в контексті визначення безпеки екологічної системи.

Аналіз публікацій

Аналіз публікацій по проблемам безпеки і ризику взагалі, і екологічних зокрема, виявляє

перш за все розбіжності на рівні понятійному. Наприклад, у роботі [9] та ДСТУ 2860-94 ризик розглядається як міра безпеки, а в роботі [6] – як міра сталості. При цьому в ДСТУ під безпекою розуміється властивість об'єкта забезпечити відсутність ризику нанесення шкоди. У роботах [2, 5, 6, 8] при розгляді безпеки мова йде не про відсутність ризику, а про його прийнятний рівень. Навіть у межах однієї монографії [8] автори, вживаючи поняття “ризик” і “загроза”, не звертають увагу на змістову різницю. У Законі України про охорону навколишнього природного середовища під екологічною безпекою розуміється такий стан навколишнього природного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я.

У більшості робіт ризик (у тому числі і екологічний) розглядається з позиції впливу на безпеку здоров'я людини [1, 5, 9, 10, 11]. Щодо ризику відносно екологічних систем відмітимо наступне. Автори монографії [8] розглядають ступені ризику нанесення збитку екологічній системі, включаючи людину. Під безпекою екологічної системи вони розуміють захист функціональних характеристик екосистеми. Критичним (пороговим) екологічним навантаженням вважається таке, що спричиняє зміни в показниках структурно-функціональної організації популяції, чи біоценозу, які перевищують межі

адаптивних можливостей екосистеми. У роботі [2] стверджується, що екологічний ризик – це імовірність загибелі біологічної системи (організму, популяції, населення). Е. Хлобистов погоджується з твердженням, що екологічний ризик – це імовірність негативних наслідків від сукупності шкідливих впливів на навколишнє середовище, що призводять до незворотної деградації екосистеми [13]. У роботі [8] значна увага приділяється визначенню екологічного ризику в умовах неповної визначеності впливу окремих чинників.

Алимов В.Т. і Тарасова Н.П. при розгляді наслідків аварії чи катастрофи враховують соціальні, економічні і екологічні прояви у вигляді прямої, опосередкованої (непрямої) і повної шкоди [1]. У роботі [10] зроблено спробу обґрунтувати рівень так званого “збалансованого ризику”.

Автори роботи [9], виконавши аналіз стану науки про безпеку, запропонували багатопараметричні матриці для оцінки ризику.

Результати досліджень

Об’єктом дослідження є екологічна система (ЕС) будь-якого рівня або певний компонент ЕС (рис. 1). *Екологічна система* – це відносно стала у просторі і часі спільнота організмів та середовище їх існування, поєднаних у функціональне ціле і взаємопов’язаних потоками енергії й інформації та колообігом речовин [3].

Люди включаються в екосистему у вигляді компонентів двох підсистем – природної і штучної. У природній підсистемі люди розглядаються як біологічні особини з певними потребами в природних ресурсах. А в штучній підсистемі люди представлені у вигляді соціальних утворень (соціумів), які характеризуються соціальними потребами, що включають і екологічні складові.

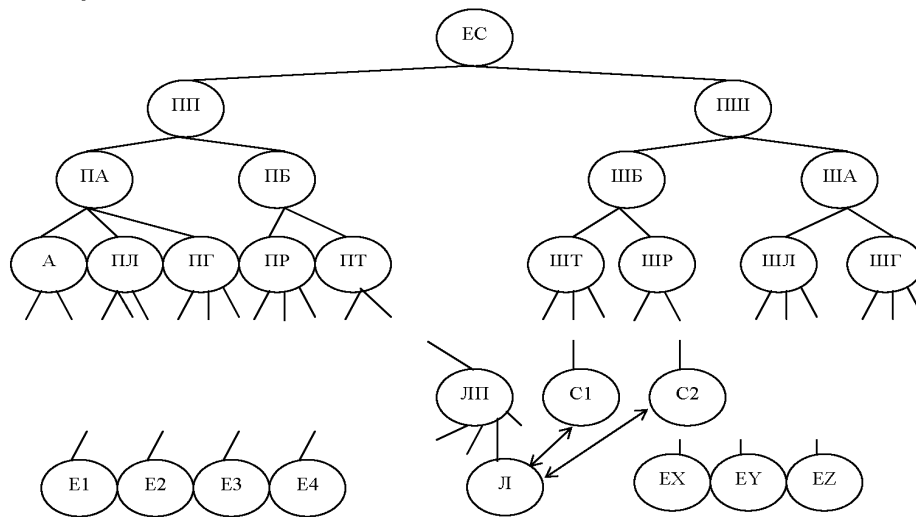


Рис. 1. Структурно-ієрархічна схема екологічної системи:

- ПП і ПШ – підсистеми – природна і штучна;
- ПА і ПБ – природні складові – абіотична і біотична;
- ША і ШБ – штучні складові – абіотична і біотична;
- А – атмосфера;
- ПЛ і ШЛ – літосферні утворення – природне і штучне;
- ПГ і ШГ – гідросферні утворення – природне і штучне;
- ПР і ПТ – природні утворення – рослинні і тваринні;
- ШР і ШТ – штучні утворення – рослинні і тваринні;
- ЛП – людська популяція;
- С1, С2 – соціуми (соціальні утворення);
- Л – людина;
- Е – елемент.

При аналізі проблем екологічної безпеки і ризику в основу покладені такі властивості екологічних систем [3]:

- динамізм. Будь-яка екологічна система не залишається з часом постійною, закріпленою, незмінною. У системі відбуваються зміни – щось відмирає, а щось народжується, щось руйнується, а щось будується. Зміни екологічних систем у залежності від часу – їх

динаміка – розглядаються в різних масштабах – від історичних до миттєвих. Доцільно при аналізі питань ризику і безпеки не розглядати історичну і сукцесійну динаміку екосистем, а обмежитись добовою, сезонною, річною та багаторічною;

- самоорганізованість (саморегуляція). Будь-яка екологічна система здібна пристосуватися до змін зовнішнього середовища в певних межах,

зберігати структуру й функціональні властивості, чинити опір змінам зовнішніх факторів. Сукупність самоорганізованості полягає в забезпеченні всім компонентам екосистеми – особинам, їх угрупованням, популяціям тощо – нормальних умов функціонування, пов'язаних з використанням й трансформацією речовин та енергії і передачею інформації. Самоорганізованість підвищується при ускладненні екологічної системи. У соціоекологічних системах природна самоорганізованість змінюється внаслідок наявності антропогенних систем управління природокористуванням. Розумне використання системи управління може підвищити можливості самоорганізованості екосистеми.

Інші умови і особливості визначення безпеки екологічної системи будуть докладно розглядатися в процесі обґрунтування алгоритму процесу, схема якого представлена на рис. 2.

ЕС знаходиться в динамічній рівновазі в умовах впливу зовнішніх екологічних факторів. *Екологічним фактором* (ЕФ) вважається дія внаслідок явища чи процесу природного або антропогенного походження. Зазвичай ЕФ характеризується значенням показника чи властивості суб'єкту дії. Вплив ЕФ може бути безпосереднім (прямим, контактним) відносно об'єкта дії, яким є чи ЕС у цілому, чи її окремий компонент. Опосередковано вплив ЕФ проявляється внаслідок внутрішньосистемних взаємодій між складовими ЕС.

Будемо вважати, що дія кожного з ЕФ не виходить за межі поля, утвореного середньостатистичними значеннями багаторічних спостережень. Стан ЕС за цей період приймаємо як безпечний.

Зміна впливу будь-якого ЕФ викликає відповідну зміну певного показника об'єкта впливу – компонента ЕС (елемента, угруповання, популяції тощо), що відображається і на стані ЕС у цілому. Така залежність показників об'єкта впливу від значення ЕФ називається *екологічною характеристикою* (ЕХ) [3]. Визначення ЕХ, що передбачено на рис. 2 однією з перших операцій моделювання, виконується на матеріалах експериментів на ЕС та по статистичним даним.

Наступною дією є аналіз ЕФ з метою визначення загроз ЕС. Термін “загроза” відображає можливість виникнення деяких умов технічного, природного, економічного або соціального характеру, за наявності яких можуть виникнути несприятливі події та процеси – техногенні катастрофи, стихійні лиха, соціальні кризи тощо [8]. Загрозою може бути будь-який ЕФ у випадку екстремального відхилення від середньостатистичного поля значень, внаслідок природного катаклізму чи нестандартної ситуації в антропогенній діяльності. Виділенням загроз із масиву ЕФ закінчується перший рівень

алгоритму – незагрозливі фактори вилучаються з подальшого розгляду (лінія I на рис. 2).

На другому етапі алгоритму виконується оцінка вагомості втрат ЕС від загрози. Оцінка вагомості втрат виконується з урахуванням наступного:

- просторове поширення загрози в екосистемі;
- часовий фактор загрози;
- видове поширення загрози в екосистемі;
- інтенсивність загрози, зокрема, вплив на біорізноманіття, економічні збитки, соціальні порушення, вплив на здоров'я і життя людей.

При цьому враховуються як прямі так і опосередковані наслідки реалізації загрози.

По результатам аналізу вагомості втрат частина загроз виключається із подальшого розгляду – на цьому закінчується другий рівень алгоритму (лінія II на рис. 2).

На третьому рівні алгоритму оцінюється імовірність реалізації загрози і відсіюються загрози, імовірність яких вважається допустимією внаслідок різних причин.

Відсіювання невизначальних ЕФ закінчується на четвертому рівні алгоритму шляхом встановлення порогового значення ризику. У роботах [1, 2] з посиланнями на закордонний досвід, де відмовилися від поняття “нульовий ризик”, рекомендується ризику розподіляти за рівнями на: припустимий (прийнятний) і неприпустимий. Порогове значення ризику встановлюється на базі вказаних рівнів. Загальної думки щодо порогових значень екологічного ризику немає. У роботі [2] за таке приймається величина ризику загибелі біологічних систем. За правилами Агентства охорони навколишнього середовища США – це імовірність пошкодження, захворювання чи смерті [5]. У роботі [13] мова йде про сукупність шкідливих впливів на навколишнє середовище, які призводять до незворотної деградації ЕС. Автори монографії [8] критичною (пороговою) концентрацією антропогенного чинника у навколишньому середовищі вважають таку, що спричиняє статистично достовірні зміни в показниках структурно-функціональної організації біоценозу чи популяції, що перевищують межі адаптивних можливостей екологічної системи.

Ризик R є двомірною функцією, що включає як імовірність появи надзвичайної ситуації I , так і шкоду від події $Ш$ у вигляді вартості втрачених цінностей, втрати продуктивності, витрати на усунення наслідків події тощо – $R = I \cdot Ш$. У зв'язку з наявністю в понятті “ризик” економічної складової особливої уваги вимагає так званий “прийнятний” ризик – рівень ризику виправданий не лише з природоохоронних позицій, а і з соціальної й фінансової точок зору. Поняття прийняттого ризику вважається одною з основ методології визначення ризику і кількісного виміру рівня безпеки [8].

У роботі [9] економічна компонента деталізована для врахування певних показників

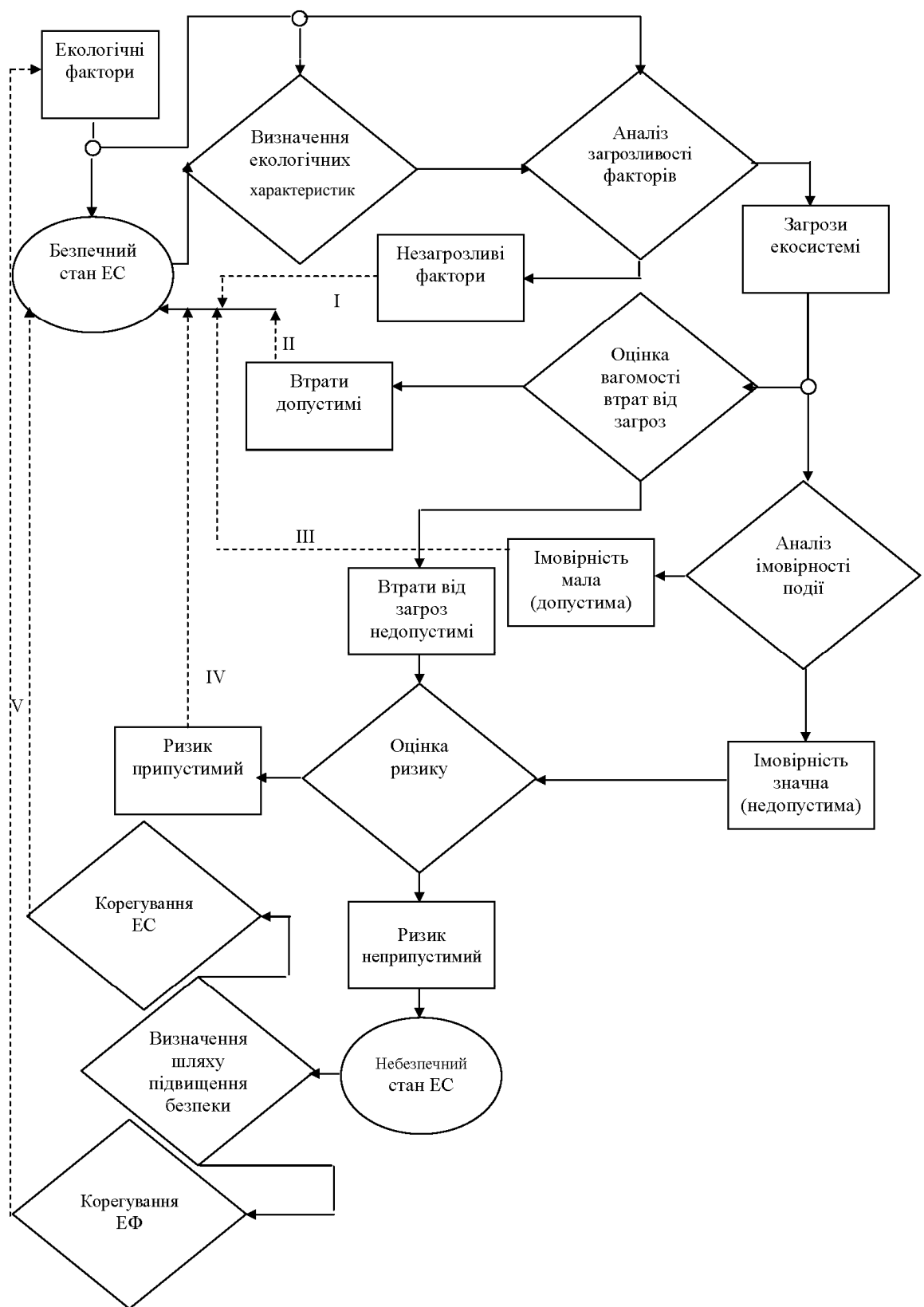


Рис. 2. П'ятирівневий алгоритм визначення безпеки екологічної системи

конкретних систем. Зокрема, для урбосистеми ризик здоров'ю людей від аварій у системі водопостачання визначається п'ятипараметричною матрицею:

$$R = \frac{I \cdot C \cdot N \cdot E}{O}, \quad \text{де}$$

C – співвідношення, пов'язане з величиною втрат;

N – співвідношення, пов'язане з кількістю жителів, на яких розповсюджена загроза;

E – співвідношення, пов'язане з експлуатацією загрози;

O – співвідношення, пов'язане з охороною від надзвичайної загрози.

У роботі [9] наведені значення показників I , C , N , E , O , визначені експертним методом.

Ризик може бути індивідуальним (організовим), або груповим – популяційним, екосистемним. Безпека ЕС – це захищеність її функціональних властивостей.

На п'ятому рівні алгоритму передбачається розробка заходів по корегуванню блока ЕФ або внесення змін у структуру ЕС для варіантів, коли внаслідок неприпустимості ризику ЕС загрожує небезпека. Вибір об'єкта і засобу корегування залежить від багатьох умов, зокрема від типу загрози і особливостей ЕС.

Висновки і пропозиції

1. У зв'язку з тенденцією відмови розвинутих країн від концепції оцінки стану навколишнього середовища методом порівняння з ГДЗ дослідження в напрямку екологічних ризиків отримують значну актуальність і важливість.
2. Використання екосистемного підходу забезпечує можливість створення універсального методу оцінки ризику для людей чи природних утворень від загроз будь-якого походження.
3. Запропонований у роботі п'ятирівневий алгоритм визначення безпеки екологічної системи дозволяє виконати фронтальний аналіз загроз із виділенням значущих та наступним розрахунком ризиків і умов мінімізації небезпеки.
4. Однією з найактуальніших і разом з тим сьогодної найменш розробленою в теорії ризиків є проблема обґрунтування порогового значення, яке залежить головним чином від саморегулюючих властивостей ЕС та її компонентів, тобто є предметом дослідження теорії екології. Тут ефективним може виявитися синергетичний підхід та метод “екологічної ніші” [4].

ЛІТЕРАТУРА

1. Алымов В.Т., Тарасова Н.П. Техногенный риск: Анализ и оценка: Учебное пособие. – М.: ИКЦ “Академкнига”, 2004. – 118 с.
2. Аникиев В.В., Захарова П.В. Интегральный критерий экологической безопасности // Геоинформатика. – М. – № 1, январь-март, 2002. – С. 18-24.
3. Добровольський В.В. Основи теорії екологічних систем: Навчальний посібник. – К.: ВД “Професіонал”, 2006. – 272 с.
4. Добровольський В.В. Поняття “екологічна ніша” в екосистемології // Наукові праці МДГУ ім. П. Могили. – Т. 78. Вип. 65. – Миколаїв, 2008.
5. Дорогунцов С., Бутрим О. Ризик надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру // Економіка України. – № 4. – 2001. – С. 68-73.
6. Дрейер О.К., Лось В.А. Экология и устойчивое развитие: Учебное пособие. – М.: Изд-во УРАО, 1997. – 224 с.
7. Ілляшенко С.М., Божкова В.В. Управління екологічними ризиками інновацій: Монографія. – Суми: ВТД “Університетська книга”, 2004. – 223 с.
8. Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України. Відпов. ред. Дудкін О.В. – К.: Вид-во “Хімджест”, 2003. – 399 с.
9. Рак Я., Тхужевська-Цесляк Б., Калда Г. Риск как мера безопасности окружающей среды // Наукові праці МДГУ ім. П. Могили. – Т. 53. Вип. 40. – 2006. – С. 8-12.
10. Руденко С.В. Екологічна безпека техногенно навантажених урбанізованих екосистем. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. – Миколаїв, 2007.
11. Сердюк А.М., Буравльов Є.П. Підхід до визначення ризиків у проблемі екологічного страхування // Довкілля та здоров'я. – № 1. – 2002. – С. 3-6.
12. Сокол А. Наука объективной необходимости // Морьяк. – № 47. – 27.11.2003.
13. Хлобыстов Е. Экологическая безопасность и основы определения риска техногенных катастроф // Экономика Украины. – № 6. – 2000. – С. 38-46.