

УДК 519.876.5:628.472

С. А. Вамболь, д. т. н., проф., зав. каф.

В. Ю. Колосков, к. т. н., доц., доц. каф.

Ю. Ф. Деркач, к. ф.-м. н., с. н. с., викладач каф.

Національний університет цивільного захисту України
вул. Чернишевська, 94, м. Харків, Україна, 61023

ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЙ, ПРИЛЕГЛИХ ДО МІСЦЬ ЗБЕРІГАННЯ ВІДХОДІВ, НА ОСНОВІ КРИТЕРІЮ ЕКОЛОГІЧНОГО РЕЗЕРВУ

Сформульовано та представлено у формалізованому вигляді інтегральний критерій оцінювання екологічного стану території за показником рівня її екологічного резерву. Новизна отриманого результату полягає у використанні логістичної моделі для кількісного опису залежностей величин, які характеризують деградаційні процеси в екосистемах, у якості відгуків навколишнього природного середовища на дію факторів негативного впливу. На основі критерію екологічного резерву запропоновано вдосконалення методу оцінювання екологічного стану територій, прилеглих до місць зберігання відходів, з використанням імітаційного моделювання для отримання сталої статистики зміни рівня екологічної безпеки за показниками якості довкілля та параметрами об'єкта, які визначають фактори ризику виникнення надзвичайної ситуації.

Ключові слова: екологічний стан, інтегральний критерій, екологічний резерв, імітаційне моделювання, відходи.

Постановка проблеми. У лютому 2015 року до Закону України від 19.06.2003 р. № 964-IV «Про основи національної безпеки України» було внесено ряд суттєвих доповнень стосовно визначення загроз та напрямів державної політики у сфері цивільного захисту. Зокрема до переліку загроз національним інтересам та національній безпеці держави у сфері цивільного захисту включено значне антропогенне і техногенне перевантаження території України, а також зростання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій (НС) техногенного та природного характеру. Як результат, серед напрямів державної політики України у сфері цивільного захисту наразі водночас представлено наступні:

– вжиття організаційних, економічних, інженерно-технічних та інших заходів для зниження ризиків виникнення надзвичайних ситуацій до прийнятних рівнів;

– підвищення рівнів екологічної, ядерної та радіаційної безпеки до норм і стандартів у відповідних сферах.

Таким чином, можна стверджувати, що у сучасних умовах сформовано правові засади переходу до комплексного вирішення питань забезпечення екологічної безпеки та зменшення ризиків виникнення НС на об'єктах, які є джерелом негативного впливу на навколишнє природне середовище, зокрема місця зберігання відходів.

У процесі життєдіяльності людини утворюється велика кількість відходів різного походження. Місця зберігання відходів виступають потужними довготривалими джерелами забруднення навколишнього середовища. Інтенсивність негативного впливу вказаних об'єктів на прилеглі території додатково збільшується за рахунок утворення на них багатоконпонентних сумішей шляхом змішування з ширшим спектром відходів, включаючи уламки будівельного сміття. Оскільки, на жаль, на сьогодні не все населення України охоплене системою збирання та вивозу побутових відходів, велику проблему становлять несанкціоновані звалища, а також

санкціоновані полігони зберігання відходів, впорядкування яких не відповідає вимогам технічних регламентів.

Забезпечення необхідних умов безпечної експлуатації або ліквідація таких об'єктів суттєво ускладнюється тим, що місця їхнього розташування зазвичай обираються виходячи з бажання використовувати незайняті, «нічийні» землі. Натомість ці ділянки землі при більш детальному аналізі виявляються такими, що належать до природоохоронних або санітарних зон, що, з одного боку, збільшує екологічну шкоду від експлуатації об'єкта, а з іншого – звужує можливості застосування до нього класичних санітарно-захисних заходів.

Характерними властивостями несанкціонованого або неупорядкованого сміттєзвалища є динамічність площі, яку воно займає, а також змінність складу розміщених на ньому відходів, що, у свою чергу, збільшує невизначеність у оцінках рівня екологічної безпеки. Реалізація динамічного керування станом навколишнього природного середовища потребує якісно нових підходів до оцінювання результатів негативних впливів на нього. Врахування сукупної дії різних факторів, накопичення ефекту впливу, взаємозв'язків між показниками рівня екологічної безпеки сміттєзвалища та факторами ризику виникнення НС тощо вимагає переходу від методів прямого оцінювання результатів впливів до методів прогнозування цих результатів у майбутньому, що дозволить не лише виконати завдання забезпечення необхідного рівня безпеки, а й підвищити ефективність захисних заходів, які впроваджуються для його вирішення. З урахуванням обмеженості ресурсів з ліквідації наслідків шкідливого впливу на навколишнє природне середовище актуальною проблемою є оцінювання екологічного стану територій, прилеглих до місць зберігання відходів, особливо несанкціонованих, як об'єктів техногенної діяльності людства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел продемонстрував відсутність

всеосяжного узагальнюючого методу інтегрального оцінювання екологічного стану територій, що пов'язано насамперед з великою різноманітністю факторів негативного впливу на навколишнє природне середовище. Існуючі на сьогоднішній день розробки з питань методології оцінювання екологічного стану територій загалом базуються на двох наступних підходах: експертному та розрахунковому. Експертний підхід, представлений, зокрема, роботами [1–4], базується на формуванні висновків групою експертів за результатами вивчення великих обсягів вихідних даних. Загальним недоліком подібних методів оцінювання є нехтування граничними значеннями показників, встановленими у нормативних документах, та, як наслідок, відсутність чітко встановлених кількісних значень, які б характеризували перехід територією від одного стану до іншого. Застосування розрахункового підходу дозволяє подолати зазначену проблему, визначаючи деякий узагальнюючий індекс шляхом сумування оцінок за окремими показниками, як правило, з використанням вагових коефіцієнтів [5–10]. Втім, отримані значення індексів є більш придатними для порівняння територій між собою, аніж для визначення абсолютних показників екологічного стану.

Вказані дослідження використовують для оцінювання різні набори показників. Наприклад, запропонована у роботі [9] методологія інтегрального оцінювання екологічного стану територій базується на розрахунках інтегрального критерію за показниками стану атмосфери, гідросфери, літосфери та біосфери, які мають визначатися за офіційними звітними даними, отриманими на основі Керівництва з використання екологічних показників СЕК ООН [11]. Викладений у зазначеному Керівництві загальний перелік таких індикаторів включає лише найважливіші з них, встановлені для вживання при підготовці екологічної звітності та прогнозування рівня екологічної безпеки у майбутньому. Обрані належним чином показники з наведеного у [11] переліку, підкріплені рядами даних достатньої ємності та глибини за часом, дозволяють визначати основні тенденції розвитку стану територій, встановлювати джерела та наслідки негативних впливів на навколишнє природне середовище, а також оцінювати ефективність заходів з покращення екологічного стану. Однак слід відмітити, що вказані показники спрямовані на встановлення зведених висновків стосовно екологічного стану території, про що свідчать, зокрема, одиниці, в яких вимірюються ці величини, наприклад:

- викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря – тисячі тонн на рік;
- відновлювальні ресурси прісних вод – млн м³ на рік;
- утворення відходів – млн. тонн на рік, тощо.

Таким чином, можна зробити висновок, що представлені у сучасних роботах підходи до вирішення проблеми оцінювання екологічного стану територій орієнтовані, головним чином, на узагальнене оцінювання та прогнозування, а отже їхнє практичне застосування для динамічного оперативного управління екологічною безпекою є суттєво ускладненим.

Оскільки реальні умови функціонування природних процесів у навколишньому природному середовищі характеризуються впливом складного комплексу негативних факторів, оцінювання результату їхньої дії має базуватися на сформованих динамічних моделях виникнення відгуків навколишнього природного середовища під дією тих або інших факторів. При цьому екологічні процеси слід розглядати як інтегральну сукупність хімічних, біологічних, геологічних, техногенних та інших процесів, які відбуваються в екосистемах різного рівня. За такого підходу вони аналізуються як відкриті системи з використанням синергетичного підходу [12]. Цей підхід успішно використовувався у різноманітних дослідженнях з популяційної екології; актуальним видається його впровадження й у інших областях екологічної науки, особливо у поєднанні з методами імітаційного моделювання, застосування яких дозволяє суттєво розширити межі досліджуваних станів екосистем.

Основи концепції комплексного екологічного оцінювання природно-техногенних об'єктів, покладеної в основу представлених досліджень, викладено у роботах з питань екологічної безпеки [12–16]. Загальний підхід до створення моделей, що використовувалися автором у дослідженнях, викладено у роботі [17].

Постановка завдання та його вирішення. Метою представленої роботи є вдосконалення методу оцінювання екологічного стану територій, прилеглих до місць зберігання відходів. Для досягнення поставленої мети було поставлено та вирішено наступну задачу: розробка інтегрального критерію оцінювання екологічного стану територій.

Роздільне використання відокремлених підходів до контролю за негативним впливом на атмосферу, гідросферу та літосферу не дозволяє організувати комплексний захист довкілля, оскільки до уваги не береться наявність їхніх взаємозв'язків за рахунок переміщення забруднюючих речовин між різними елементами природного середовища. Такий підхід, зокрема, означає звуження завдання захисту довкілля до впровадження заходів зі зниження окремих показників за рахунок перерозподілу факторів негативного впливу на навколишнє середовище між його елементами без практичного зменшення рівня цього впливу в цілому.

Виходячи з вищесказаного, будемо розглядати оцінювання екологічного стану території у наступному визначенні: процес порівняння сукупності екологічних станів об'єктів з певними нормами з урахуванням потенційно можливих впливів зовнішніх факторів, зокрема факторів ризику НС. У такому сенсі при оцінюванні результатів негативних впливів на об'єкт та навколишнє природне середовище необхідно враховувати якнайбільшу кількість індивідуальних особливостей об'єкта за ризиком виникнення на ньому НС техногенного чи природного характеру. Натомість експериментування з відтворенням умов перебігу НС є неприпустимим за вимогами безпеки. З урахуванням усього вищезгаданого, методологічною основою представленої роботи було обрано метод імітаційного моделювання, який дозволив перейти до аналізу

відповідних станів об'єкта з визначенням альтернатив його режимів функціонування і, внаслідок цього, до визначення рівня безпеки об'єкта в цілому.

Обраний метод дослідження дозволяє одержати стійку статистику розвитку подій, за умови заміни реальної системи управління безпекою місця зберігання відходів її моделлю [18]. При цьому функціонування системи розглядається на інтервалі часу (T_0, T_1) , що характеризується дією комплексу зовнішніх факторів $F_i(t) \in \Phi$, $i=1..n$. Для визначення факторів ризику виникнення НС та показників якості навколишнього природного середовища додаються параметри $\varepsilon_m^{HC} \in E^{HC}$, $m=1..R$ та $\varepsilon_l^{EB} \in E^{EB}$, $l=1..P$ відповідно. Множина величин $E = E^{HC} \cup E^{EB}$ при цьому розглядається як сукупність відгуків об'єкта та середовища на вплив зовнішніх факторів з урахуванням взаємозв'язку процесів, що відбуваються на об'єкті та у середовищі. Результатом моделювання є залежності від часу $W(t) = K(t), Y(t)$ критеріїв оцінювання рівня безпеки $K(t) : K = K^{BC} \cup K^{HC}$ та керуючого імпульсу $Y(t)$ у вигляді комплексу впливів на кожен із факторів, що визначають рівень безпеки, $Y = \{Y_i\} : Y_i = g_i(K)$.

Задача визначення шуканих залежностей формалізується наступним чином

$$W(t) = M(A(t), B), \quad (1)$$

де A – сукупність вхідних параметрів системи у формі $A = \Phi \cup E$; B – множина регламентуючих обмежень, які визначають у кількісному вираженні граничні значення для кожного з використовуваних критеріїв оцінювання рівня безпеки.

Сформований набір критеріїв

$$K = K^{HC} \cup K^{EB} = \{K_m^{HC}\} \cup \{K_l^{EB}\}, \quad (2)$$

має формалізувати вимоги нормативних документів, що регламентують умови експлуатації місць зберігання відходів, за припустимим рівнем ризику виникнення НС

$$K_m^{HC} : \chi_m^{HC}(\Phi, E^{HC}), \quad m=1..R, \quad (3)$$

та рівнем екологічної безпеки

$$K_l^{EB} : \chi_l^{EB}(\Phi, E^{EB}), \quad l=1..P, \quad (4)$$

де R та P – кількість критеріїв для оцінювання рівня безпеки за відповідними напрямками.

Отже, процес функціонування системи управління безпекою місця зберігання відходів у загальному вигляді можна записати наступним чином

$$\{A, B\} \rightarrow W : \{K \rightarrow Y\}. \quad (5)$$

Оскільки реальні умови функціонування природних процесів у навколишньому природному середовищі характеризуються впливом складного комплексу негативних факторів, оцінювання результату їхньої дії має базуватися на сформованих динамічних моделях виникнення відгуків навколишнього середовища під дією тих або інших факторів. З урахуванням цього метод визначення рівня безпеки місця зберігання відходів полягає у покроковій перевірці дотримання умов безпечного функціонування об'єкта на основі критеріїв безпеки у n -вимірному просторі факторів Φ , які змінюються за програмою функціонування об'єкта, з наданням узагальненого висновку про рівень безпеки.

Комплекс вихідних даних формується за трьома напрямками.

1. Формування набору значень факторів, що визначають рівень безпеки, з урахуванням керуючих імпульсів на корегування цих значень при виході на неприпустимий режим роботи. Для уніфікації оцінювання рівня безпеки множину зведених факторів $\bar{F}_i \in \Phi^{36} : \bar{F} : \Phi \rightarrow \Phi^{36}$ отримують у вигляді

$$\bar{F}_i = \bar{F}_i^{36}(F_i) = \frac{F_i}{[F_i]}, \quad i=1..n, \quad (6)$$

де $[F_i]$ – граничні припустимі значення діючих факторів. Вказаний підхід надає можливість перейти до розгляду n -вимірного простору зведених значень факторів, у якому граничні припустимі значення визначаються нормативним критерієм у вигляді

$$\bar{F}_i = 1, \quad i=1..n, \quad (7)$$

завдяки чому різноманітні за походженням фактори зрівнюються за значенням.

2. Формування набору критеріїв для оцінювання безпеки об'єкта. Побудову критеріїв оцінювання рівня безпеки проводять з урахуванням визначеного набору діючих факторів. Це дозволяє визначити набір значущих відгуків, що максимально відповідатиме ситуації, яка може скластися на об'єкті. За умови використання нормативного підходу до побудови критеріїв аналогічно (7) отримуємо наступний формалізований вигляд для критеріїв (3)–(4):

$$\chi_m^{HC} = \bar{\varepsilon}_m^{HC} = \frac{\varepsilon_m^{HC}}{[\varepsilon_m^{HC}]}, \quad m=1..R, \quad (8)$$

$$\chi_l^{EB} = \bar{\varepsilon}_l^{EB} = \frac{\varepsilon_l^{EB}}{[\varepsilon_l^{EB}]}, \quad l=1..P, \quad (9)$$

де $[\varepsilon_m^{HC}]$ та $[\varepsilon_l^{EB}]$ – граничні припустимі значення параметрів об'єкта та показників якості довкілля відповідно; $\bar{\varepsilon}_m^{HC}$ та $\bar{\varepsilon}_l^{EB}$ – їхні зведені значення.

3. Формування набору параметрів та вихідних даних, які визначають початковий та гранично-припустимий стани об'єкту й екосистеми прилеглої території, включаючи $[F_i]$, $[\varepsilon_m^{HC}]$, $[\varepsilon_l^{EB}]$.

Комплекс критеріїв оцінювання рівня безпеки реалізується для кожного діючого фактору та водночас для усіх значущих відгуків навколишнього природного середовища та об'єкта. Наприклад, у роботі [19] були визначені критерії оцінювання рівня безпеки місця зберігання твердих побутових відходів на основі аналізу матеріалів дистанційного зондування Землі з виділенням зон органічних складових накопичених відходів, які придатні для попереднього визначення рівня безпеки. Однак для того, щоб застосовувати представлений метод при оцінюванні екологічного стану територій, прилеглих до місця зберігання відходів, необхідно визначити розширений набір критеріальних показників K із застосуванням екологічного підходу, який полягає у дослідженні взаємозв'язків та взаємозалежностей екосистем з їх функціональним середовищем за допомогою екологічних індикаторів, екологічних показників та екологічних факторів [16].

Екологічний стан території характеризує інтенсивність речовинно-енергетичних обмінів між екосистемою та її навколишнім середовищем, включаючи його антропогенну складову. За загальноприйнятим підходом екологічні стани поділяють на п'ять типів, однак практична реалізація цього розподілу в різних джерелах істотно відрізняється. Наприклад, у Водній Рамковій Директиві ЄС [20] встановлено наступні типи: відмінний; добрий; задовільний; поганий; дуже поганий. Натомість у вітчизняній практиці прийнято класифікацію, орієнтовану здебільшого на визначення ступенів деградації екосистем [21]: умовно сприятливий (благополучний); задовільний; напружений (передкризовий); критичний або кризовий (екологічна НС); катастрофічний.

Критичний або кризовий екологічні стани територій характеризуються значними змінами в екосистемах, що практично не компенсуються. У [22] розподіл цих станів конкретизовано таким чином: територія послідовно проходить спочатку критичний (4^I), а потім вже кризовий (4^{II}) стан, причому останній зіставляється з настанням екологічної НС. Катастрофічний же стан відповідає настанню глибоких незворотних змін в екосистемі.

Встановлення меж між класами має, з одного боку, відповідати законам екологічної науки, а з іншого – існуючим нормативним документам з питань забезпечення екологічної безпеки. Слід зазначити, що для реалізації оперативного управління екологічною безпекою особливо цікавістю становлять саме проміжні межі між класами екологічних станів, оскільки їх точне встановлення дозволить гнучкіше визначати діапазони корегуючих впливів для попередження переходу території до неприпустимого стану.

Ще складнішою стає ситуація, коли зовнішні навантаження представлені сукупністю деяких факторів, особливо за умов НС, адже здатність екосистеми адаптуватися до таких впливів значно

послаблюється. У подібних випадках мова йде про необхідність оцінювання екологічної надійності – здатності самовідновлюватися і саморегулюватися в межах певних, притаманних для них коливань, факторів впродовж періоду їх існування [16].

З урахуванням усього вищесказаного найбільш вдалим видається використання для визначення переходів між екологічними станами території поняття екологічного резерву, введеного Ю. А. Израеєм. Екологічний резерв визначає ступінь наближення екосистеми до катастрофічного стану, тому в якості кількісного вираження коефіцієнта екологічної якості за такого підходу пропонується ввести показник рівня екологічного резерву ρ , який визначатиметься за формулою

$$\rho = 1 - \bar{\varepsilon}. \quad (10)$$

Такий підхід до визначення екологічного стану буде відображенням нормативного за умови, що як граничне значення відгуку екосистеми буде взято таке, що відповідає досягненню нею катастрофічного стану. Оскільки визначення меж переходу між класами мають враховувати закони мінімуму Лібіха та толерантності Шелфорда, в основу визначення проміжних значень показників було покладено запропоновану в [9] гіпотезу про можливість використання логістичної кривої для опису загального характеру залежності значення відгуку екосистеми від фактора негативного впливу. Тоді зазначену залежність можна представити у формалізованому вигляді наступним чином:

$$\bar{\varepsilon}(\bar{F}) = \frac{\bar{\varepsilon}_{max} \bar{\varepsilon}_0}{\bar{\varepsilon}_0 + (\bar{\varepsilon}_{max} - \bar{\varepsilon}_0) \cdot e^{-\gamma \bar{F}}}, \quad (11)$$

де $\bar{\varepsilon}_0$ – початкове значення відгуку; $\bar{\varepsilon}_{max}$ – асимптотичне значення відгуку ($\bar{\varepsilon} > 1$), яке відповідає повній деградації екосистеми; γ – деяка константа, яка визначає швидкість деградації за зростання фактора негативного впливу \bar{F} та залежить від характеру реакції екосистеми на його дію. З урахуванням (10) отримуємо

$$\rho(\bar{F}) = 1 - \frac{(1 - \rho_{min})(1 - \rho_0)}{(1 - \rho_0) + (\rho_0 - \rho_{min}) \cdot e^{-\gamma \bar{F}}}, \quad (12)$$

де $\rho_0 = 1 - \bar{\varepsilon}_0$ – початкове значення рівня екологічного резерву; $\rho_{min} = 1 - \bar{\varepsilon}_{max}$ – асимптотичне значення рівня екологічного резерву ($\rho_{min} < 0$), яке відповідає повній деградації екосистеми. Форми логістичних кривих, побудовані за (11)–(12) представлено на рисунку 1.

Використання представленого підходу дозволило сформулювати новий інтегральний критерій оцінювання екологічного стану території – критерій екологічного резерву, який можна визначити як критерій наявності на території достатньої здатності

сприймати зовнішні фактори негативного впливу без переходу в катастрофічний стан.

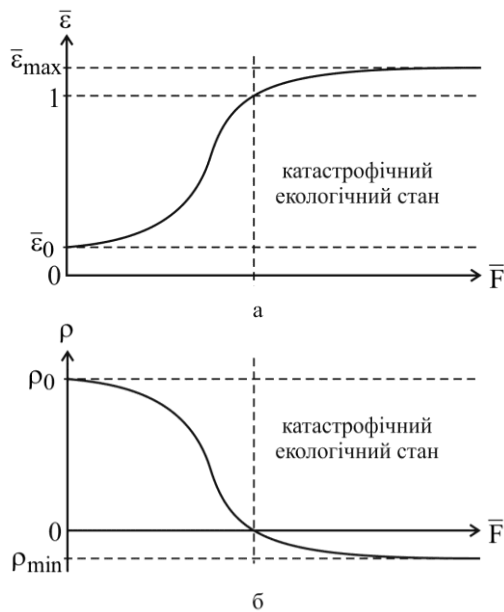


Рисунок 1 – Форми логістичних кривих для залежностей «фактор негативного впливу – відгук екосистеми» (а) та «фактор негативного впливу – рівень екологічного резерву» (б)

У формалізованому вигляді критерій екологічного резерву має наступний вигляд

$$\chi^p = \rho(\bar{F}): \chi^p \geq 0, \quad (13)$$

при цьому перетворення кризового екологічного стану території на катастрофічний визначається досягненням показником рівня екологічного резерву величини $\chi^p = 0$, а подальший розвиток катастрофічної деградації екосистеми характеризуватиметься значеннями $\chi^p < 0$.

Висновки. Основним результатом представленої роботи є розроблений інтегральний критерій оцінювання екологічного стану території за величиною показника рівня її екологічного резерву, який дозволяє визначити одночислову критеріальну оцінку результату впливу місця зберігання відходів на довкілля з урахуванням взаємозв'язків між природними процесами в ньому з параметрами функціонування об'єкта, що є джерелом негативного впливу.

Використання критерію екологічного резерву, у свою чергу, дає можливість вдосконалити метод оцінювання екологічного стану територій, прилеглих до місць зберігання відходів, зробивши його придатним до використання не лише для довгострокового оцінювання, а й для оперативного управління екологічною безпекою.

Для практичної реалізації інтегрального критерію та методу оцінювання на його основі необхідним є проведення системних досліджень, спрямованих на визначення формалізованих параметрів, які визначають характер деградаційних процесів у екосистемах за умови дії факторів негативного впливу різної природи.

Література

1. Disparate perceptions about uncertainty consideration and disclosure practices in environmental assessment and opportunities for improvement [Electronic resource] / Wanda Leung, Bram F. Noble, Jochen A. G. Jaeger, & Jill A. E. Gunn // *Environmental Impact Assessment Review*. – 2016. – Vol. 57. – Pp. 89–100. – Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2015.11.001>
2. Global Assessment of Human Induced Soil Degradation (GLASOD) / Users Guide to the GLOBAL DIGITAL DATABASE, 1991. – 230 p.
3. Living Planet Report 2006. WWF International [Electronic resource]. – Gland, Switzerland, 2007. – Available at : www.panda.org/livingplanet.
4. Барановський, В. А. Екологічна географія і екологічна картографія / В. А. Барановський. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 252 с.
5. Changyoon Ji. Comparative analysis of methods for integrating various environmental impacts as a single index in life cycle assessment [Electronic resource] / Changyoon Ji, & Taehoon Hong // *Environmental Impact Assessment Review*. – 2016. – Vol. 57. – P. 123–133. – Available at : <http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2015.11.013>.
6. Weaving common threads in environmental causal assessment methods: toward an ideal method for rapid evidence synthesis [Electronic resource] / J. Angus Webb, Kate Schofield, Michael Peat, etc. // *Freshwater Science*. – 2017. – Vol. 36 – № 1. – P. 250-256. – Available at: <http://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/690449>.
7. Aydi A. Minimization of environmental risk of landfill site using fuzzy logic, analytical hierarchy process, and weighted linear combination methodology in a geographic information system environment [Electronic resource] / A. Aydi, M. Zairi, & H. B. Dhia // *Environmental Earth Sciences*. – 2013. – Vol. 68, issue 5. – P. 1375–1389. – Available at : <http://link.springer.com/article/10.1007/s12665-012-1836-3>.
8. Екологічний атлас Харківської області / Є. Л. Макаровський, О. В. Соловйов, Г. Д. Коваленко та ін. – Х. : УкрНДЦЕП, 2005. – 80 с.
9. Белогуров, В. П. Разработка методологии интегрального оценивания экологического состояния территорий / В. П. Белогуров // *Східно-Європейський журнал передових технологій*. – 2014. – № 5/10 (71). – С. 25–29.
10. Козуля, Т. В. Комплексна екологічна оцінка природно-техногенних комплексів на основі MIPS- і ризик-аналізу / Т. В. Козуля, Д. І. Смелянова, М. М. Козуля // *Східно-Європейський журнал передових технологій*. – 2014. – № 3/10 (69). – С. 8–13.

11. Мониторинг окружающей среды: руководство по применению экологических показателей в странах Восточной Европы, Кавказа и центральной Азии [Электронный ресурс] / Европейская экономическая комиссия ООН. – 2007. – 108 с. – Режим доступа : <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/europe/monitoring/Belgrade/CRP1.Indicators.Ru.MK.pdf>.
12. Пляцук, Л. Д. Синергетика: экосистемные процессы / Л. Д. Пляцук, Е. Ю. Черныш, Д. Л. Пляцук // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Ч.1. – 2014. – Вип. 6 (89). – С. 137–142.
13. Лисиченко, Г. В. Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління / Г. В. Лисиченко, Ю. Л. Забулонов, Г. А. Хміль. – К.: Наук. думка, 2008. – 543 с.
14. Харламова, Е. В. Теоретические основы управления экологической безопасностью техногенно нагруженного региона / Е. В. Харламова, М. С. Малеваный, Л. Д. Пляцук // Екологічна безпека – 2012. – № 1 (13). – С. 9–12.
15. Екологічне управління / В. Я. Шевчук, Ю. М. Сатанкін, Г. А. Білявський та ін.; під ред. Г. А. Білявського. – К.: Лебідь, 2004. – 430 с.
16. Приходько, М. М. Теоретико-методологічні основи екологічної безпеки геосистем / М. М. Приходько // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: географія. – 2012 – № 1 (вип. 31). – С. 179–191.
17. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука / Р. Шеннон. – М.: Мир, 1978. – 418 с.
18. Колосков, В. Ю. Моделі та методи прогнозування рівня безпеки полігону зі зберігання твердих побутових відходів / В. Ю. Колосков // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Зб. наук. праць. Серія «Механіко-технологічні системи та комплекси». – 2016. – № 4 (1176). – С. 142–146.
19. Прогнозування рівня безпеки несанкціонованого сміттєзвалища з використанням імітаційного моделювання [Електронний ресурс] / С. О. Вамболь, В. В. Вамболь, В. Ю. Колосков, Ю. Ф. Деркач // Екологічна безпека. – 2016. – № 2/2016 (22) – С. 51-58. – Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Articles/vambol/51-58.pdf>.
20. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення / Європейський парламент та Рада Європейського Союзу. – К.: Консорціум компаній RODECO-VERSeau-WRc, 2006. – 240 с.
21. Зеркалов, Д. В. Екологічна безпека та охорона довкілля [Електронний ресурс] : монографія / Д. В. Зеркалов – Електрон. дані. – К.: Основа, 2011. – 1 електрон. опт. Диск (CD-ROM) : кольор. ; 12 см. – (К.: Основа, 2011). – Систем. вимоги: Pentium-266 ; 32 Мб RAM ; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. – Назва з титул. екрану.
22. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. – М.: Минприроды РФ, 1992. – 51 с.

Стаття надійшла до редакції 07.04.2017

С. А. Вамболь, В. Ю. Колосков, Ю. Ф. Деркач

ОЦЕНИВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К МЕСТАМ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ, НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЕЗЕРВА

Сформулирован и представлен в формализованном виде интегральный критерий оценивания экологического состояния территории по показателю уровня ее экологического резерва. Новизна полученного результата состоит в применении логистической модели для количественного описания зависимостей величин, характеризующих деградационные процессы в экосистемах, в качестве откликов окружающей природной среды на влияние факторов негативного воздействия. На основе критерия экологического резерва предложено усовершенствование метода оценивания экологического состояния территорий, прилегающих к местам захоронения отходов, с использованием имитационного моделирования для получения устойчивой статистики изменения уровня экологической безопасности по показателям качества окружающей среды и параметрам объекта, которые определяют факторы риска возникновения чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: экологическое состояние, интегральный критерий, имитационное моделирование, экологический резерв, отходы.

S. Vambol, V. Koloskov, Yu. Derkach

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL CONDITION OF TERRITORIES ADJOINED TO WASTES STORAGE SITES BASED ON ENVIRONMENTAL RESERVE CRITERION

The integral criterion of assessment of environmental condition of the territory according to its environmental reserve criterion is formulated and represented in a formalized way. The novelty of the achieved result is in the logistic model application for quantitative description of dependencies of values characterizing degradation processes in ecosystems considered as responses of surrounding natural environment on negative impact factors influence. On the basis of environmental reserve criterion, the improvement of the method of assessment of environmental condition of the territory adjoined to the wastes storage sites is proposed using the simulation modeling to achieve stable statistics of the environmental safety level changes as respects to environmental quality indexes together with object parameters which determine the factors of risk of the emergency situations occurrence.

Keywords: environmental condition, integral criterion, environmental reserve, simulation modeling, wastes.