

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ МІСЦЬ ЗБЕРІГАННЯ ВІДХОДІВ МЕТОДОМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Вамболь С. О., Колосков В. Ю.

*Національний університет цивільного захисту України,
вул. Чернишевська, 94, м. Харків, Україна, 61023 e-mail: pt@nuczu.edu.ua*

Відомі чисельні приклади катастрофічних подій – зсувів, пожеж, підтоплень, тощо – на полігонах та звалищах різного призначення в Україні та світі, які у деяких випадках призводили навіть до загибелі людей. При цьому, як правило, рівень екологічної небезпеки розглядуваних об'єктів після подібних катастроф різко збільшується. Суттєвою умовою успішної реалізації заходів із забезпечення екологічної безпеки місць зберігання відходів є їх утримання на займаній території без розповсюдження на прилеглий майданчик ані відходів, ані продуктів їхнього розкладання. Вочевидь, питання зниження ризику виникнення надзвичайних ситуацій (НС) та забезпечення екологічної безпеки місць зберігання відходів необхідно розглядати з урахуванням усіх присутніх взаємозв'язків.

Завдання забезпечення безпеки місць зберігання відходів суттєво ускладнюється при виникненні НС, а особливо при співпадінні у часі декількох різнопланових НС за рахунок наявності кумулятивного ефекту негативного впливу на навколишнє природне середовище. Аналіз НС техногенного та природного характеру, які відбуваються у межах як санкціонованих, так і несанкціонованих місць зберігання відходів різних видів наявно демонструє присутність взаємозв'язків між джерелами екологічної небезпеки та факторами ризику НС, що можуть виникнути у їхніх межах. Наприклад, під час пожежі на об'єктах, які розглядалися, для гасіння палаючих відходів застосовують великі обсяги води, які збільшують ризик зсуву. Водночас, через високий рівень задимленості території, підвищену концентрацію токсичних продуктів горіння у повітрі та високу температуру палаючих речовин практично неможливо контролювати стан маси відходів прямими методами.

Управління безпекою в умовах НС потребує якісно нових підходів до оцінювання результатів негативних впливів на об'єкт та навколишнє природне середовище. З урахуванням обмеженості ресурсів з ліквідації наслідків шкідливого впливу на навколишнє природне середовище актуальною проблемою є визначення рівня безпеки місць зберігання відходів, як об'єктів техногенної діяльності людства. При цьому необхідно враховувати якнайбільшу кількість індивідуальних особливостей об'єкту 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'єкту з визначенням альтернатив його режимів функціонування і, внаслідок цього, до прогнозування рівня безпеки об'єкту в цілому.

Обраний метод дослідження дозволяє одержати стійку статистику розвитку подій, за умови заміни реальної системи управління безпекою місця зберігання відходів її моделлю. 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'єкту 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 знаходження шуканих залежностей формалізується наступним чином

$$W(t) = M(A(t), B),$$

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 $K = K^{HC} \cup K^{EB} = \{K_m^{HC}\} \cup \{K_l^{EB}\}$ має формалізувати вимоги нормативних документів, що регламентують умови експлуатації місць зберігання відходів, за допустимим рівнем ризику виникнення НС

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

та рівнем екологічної безпеки

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

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

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

$$\{A, B\} \rightarrow W : \{K \rightarrow Y\}$$

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 прогнозування рівня безпеки місця зберігання відходів полягає у покроковій перевірці дотримання умов безпечного функціонування об'єкту на основі критеріїв безпеки у n -вимірному просторі факторів Φ , які змінюються за програмою функціонування об'єкту, з наданням узагальненого висновку про рівень безпеки.

Комплекс вихідних даних для прогнозування формується за трьома напрямками.

1. Формування набору значень факторів, що визначають рівень безпеки, які задаються програмою функціонування об'єкту з урахуванням керуючих імпульсів на корегування значень факторів у випадку виходу на неприпустимий режим роботи. Для уніфікації оцінювання рівня безпеки слід отримати множину зведених факторів $\bar{F}_i \in \Phi^{36} : \varphi_F^{36} : \Phi \rightarrow \Phi^{36}$ у вигляді

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

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

$$\bar{F}_i = 1, \quad i = 1 \dots n,$$

завдяки чому різноманітні за походженням фактори зрівнюються за значенням.

2. Формування набору критеріїв для оцінювання безпеки досліджуваного об'єкту. Побудову критеріїв оцінювання рівня безпеки проводять з урахуванням визначеного набору діючих факторів. Це дозволяє, зокрема, підбирати набір значущих відгуків, що максимально відповідатиме ситуації, що може виникнути на об'єкті.

3. Формування набору параметрів та вихідних даних, які визначають початковий стан об'єкту й екосистеми прилеглої території, включаючи граничні припустимі значення діючих факторів $[F_i]$, граничні припустимі значення параметрів об'єкту $[\varepsilon_m^{HC}]$ граничні припустимі значення показників якості навколишнього природного середовища $[\varepsilon_l^{EB}]$.

Комплекс критеріїв оцінювання рівня безпеки реалізується для кожного діючого фактору, та водночас для усіх значущих відгуків навколишнього природного середовища та об'єкту. Виконується послідовне оцінювання рівня безпеки об'єкту для кожного набору значень факторів, визначених за програмою його функціонування. Надалі за отриманими результатами формується узагальнений висновок про прогнозований рівень безпеки об'єкту упродовж заданого періоду часу.

Основним результатом представленого дослідження є вдосконалення методу прогнозування рівня безпеки місця зберігання відходів шляхом використання імітаційного моделювання функціонування системи управління безпекою. Основною перевагою запропонованого методу у порівнянні з тими, що використовуються сьогодні, є можливість урахування усього комплексу діючих факторів негативного впливу об'єкту на навколишнє природне середовище у поєднанні з супутніми факторами ризику виникнення НС, з одночасною мінімізацією кількості значущих показників якості навколишнього природного середовища, що вводяться до аналізу. Завдяки цьому суттєво зменшуються обсяги розрахунків, які необхідно провести для точного оцінювання рівня безпеки набором критеріїв, та відповідно спрощується процедура прогнозування рівня безпеки місця зберігання відходів без втрати точності отриманих результатів.

Для практичної реалізації запропонованого методу необхідним є проведення системних досліджень, направлених на створення бази формалізованих критеріїв за якнайбільшою кількістю показників для оцінювання рівня безпеки місця зберігання відходів, які б враховували зв'язок між природними процесами в ньому з параметрами функціонування об'єкту.