

Площадка для будівництва базисного складу пестицидів або пункту хімізації відводиться з урахуванням умов землекористування та проекту перспективного будівництва в даному районі. Вона повинна відповідати санітарним і природоохоронним вимогам. Не допускається розташування вказаних об'єктів в погано провітрюваних долинах і котлованах. Майданчик повинен мати відносно рівну поверхню та ухил, що забезпечує відвід поверхневого стоку з метою попередження забруднення відкритих водойм і ґрунтових вод пестицидами; висота стояння останніх на ділянці повинна бути не менше 1,5 метра.

Агрохімкомплекси і склади пестицидів, повинні мати під'їзні дороги з твердим покриттям. На території цих об'єктів між окремими складськими приміщеннями і функціональними майданчиками обладнують проїзди з твердим покриттям або частина території повністю асфальтується.

Територія складу або агрохімкомплексу повинна бути огорожена, озеленена, мати два виїзди. Площа її повинна бути достатньою для розвороту тракторів із навісними (агрегатованими) обприскувачами.

Склад і його територія повинні мати чітке зонування. Базисні склади та агрохімкомплекси повинні мати функціональні зони:

а) склад пестицидів, майданчик для протруювання насіння, приміщення для зберігання протруєного насіння, розчино-заправочний вузол;

б) майданчик для зберігання машин, апаратів і транспорту, що використовують для робіт з пестицидами і для їх перевезення;

в) складські споруди для зберігання сухих мінеральних добрив (затарених і незатарених), майданчик для розміщення аміакозовів та інших засобів для транспортування добрив і їх застосування; майданчик для подрібнення добрив і їх змішування;

г) майданчик для зберігання рідких аміачних добрив (аміак водний, аміак зріджений безводний);

д) майданчик з написом для складування порожньої тари; майданчик або спеціальний комплекс для знезараження тари, транспортних засобів, апаратури та інш.; приміщення для зберігання засобів знезараження; споруди для очищення виробничих стічних вод; пральня;

е) стоянка "чистого" автотранспорту, гараж, майстерні, цистерни з резервним запасом води;

є) будинок адміністративного і побутового призначення [2-3].

Отже, склади по зберіганню пестицидних препаратів становлять підвищену екологічну небезпеку та потребують ґрунтового аналізу та оцінки екологічного ризику на локальному і глобальному рівнях.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Петрук В. Г., Яворська О. Г., Ранський А. П. та ін. Екологічні аспекти термічного знешкодження непридатних отрутохімікатів. Монографія - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 254 с.
2. Касимов А.М., Александров А.Н., Куденко О.Р., Плющев В.В. Тактика и стратегия решения проблемы обезвреживания непригодных агрохимикатов// Эко-П. Х.: 2004, С.56-57.
3. ДСП 8.8.1.2.001-98 Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві.
4. Природний техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління: монографія / Г.В. Лисиченко, Ю.Л. Забулонов, Г.А. Хміль; Ін-т геохімії навколиш. середовища НАН України. – К.: Наук. думка, 2008. – 542 с.

УДК 620.26:504.054

**Турчик П. М., Сушинська М. М., Нагорна К. В. (Україна, Вінниця)**

#### **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА РОЗРАХУНОК РИЗИКІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ ПЕСТИЦИДНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН**

Теорія аналізу ризику створена відомими вченими: В. Маршалом, Е. Хенлі, Х. Кумамото. Ними запропонована методологія оцінки безпеки і ризику, що широко застосовується у світовій практиці. Питання оцінки техногенних і екологічних ризиків знайшли також широке відображення в роботах С.Л. Аваліані, П.Г. Белова, Г.М. Грея, Ман-Сунга Ім., А.Б. Качинського, А.В. Кісельова, Д. Маккея, С.М. Мягкова, С.М. Новікова, С.З. Поліщука, М.Ф. Реймерса, Ж.С. Еванса та ін. Однак багатьма авторами визначається, що, незважаючи на велику кількість наукових праць у цьому напрямку, питання, пов'язані з вивченням особливостей і закономірностей небезпечних процесів у навколишньому природному середовищі і розробкою моделей небезпек і ризику, маловивчені.

Поняття ризику пов'язують з можливістю людських жертв, травм, пошкоджень і матеріальних втрат. На практиці намагаються визначити інтегральний ризик – узагальнений показник комплексів загроз, які можуть реалізуватися за певних умов і спричинити надзвичайні ситуації на даній території, а також масштабність їхніх наслідків (збиток) за певний час внаслідок різних поєднань причин і сценаріїв розвитку аварій.

Визначення оцінки ризиків має ґрунтуватися на результатах контролю технічного стану потенційно небезпечних об'єктів, статистичних даних про відмови, інциденти, аварії і надзвичайні ситуації техногенного характеру, даних моніторингу небезпечних геологічних, гідрометеорологічних процесів, стану природних комплексів тощо, статистичних даних про стихійні природні явища, а також на результатах моделювання і прогнозування відповідних небезпечних подій, ситуацій.

Ризик у промисловій безпеці часто ототожнюють з імовірністю настання негативних подій за деякий період часу (як правило, за рік). Ймовірність у цьому разі є мірою ризику, вона зручна для порівняння ризиків одного об'єкта (суб'єкта) від різних подій чи для різних об'єктів (суб'єктів) у типових для них умовах функціонування (діяльності). Це так званий "технічний ризик". Аналіз сучасних теорій та методів показав, що для кількісної оцінки ризику необхідно визначити ймовірності виникнення небезпечних подій і збитки від них за реалізації різних сценаріїв розвитку аварій, спричинених цими подіями.

Кількісна оцінка природних, техногенних, екологічних ризиків створює сприятливе і необхідне підґрунтя для класифікації всіх господарських об'єктів і ранжування територій країни за ступенем небезпеки. Така оцінка дає можливість застосовувати до них правові норми й державні механізми адміністративного та економічного впливу пропорційно створюваній ними небезпеці з метою забезпечення прийняттого рівня ризику для досягнення безпечної життєдіяльності суспільства. Це потребує розробки і застосування відповідного науково-методологічного апарату оцінювання ризиків. Дослідження у цій сфері активно розвиваються [2]. Прогнозування небезпечних подій і ситуацій здебільшого є основою запобігання надзвичайним ситуаціям.

У рамках технічної (технократичної) концепції після ідентифікації джерел небезпеки або виявлення можливих загроз необхідно оцінити їх рівень і наслідки, до яких вони можуть призвести, тобто ймовірність відповідних подій і пов'язаний з ними потенційний збиток. Для цього застосовують *методи оцінювання ризику*, які в загальному випадку поділяються на феноменологічні, детерміністичні та ймовірнісні.

Найпоширенішими вітчизняними методиками аналізу безпеки й оцінювання ризиків є: "Методика прогнозування наслідків вилу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті", "Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки", "Методика оцінки збитків від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру", які затверджені нормативно-правовими актами України, а також застосовувані багатьма науковцями і фахівцями при аналізі інтегральних рівнів безпеки територій "Методика оцінки ризику техногенної та природної небезпеки в регіональному вимірі", "Методика оцінки безпеки складного об'єкта в умовах невизначеності" [2].

Сучасний світ відкинув концепцію "абсолютної безпеки" та втілює концепцію "прийнятого ризику" потенційної небезпеки промислових підприємств. Для України визначено базові показники ризику: незначний ризик, прийнятий ризик, граничнодопустимий та недопустимий ризик. При цьому, прийнятим ризиком, вважається "ризик, який забезпечується повною відповідністю умов і безпеки праці вимогам нормативно - правових актів з охорони праці, але допускає наявність тяжких і шкідливих умов праці, робота в яких винагороджується пільгами та компенсаціями згідно з чинним законодавством" [3].

Для небезпечних об'єктів "прийнятий ризик" визначається з урахуванням:

- чинних нормативних актів;
- економічних та соціальних умов регіону;
- угод між власниками та страховими компаніями;
- досвіду інших областей.

Сумарний ризик аварій на ОПН рекомендовано розглядати абсолютно прийнятим для таких значень:

- територіального ризику  $R < 10^{-7}$ ;
- індивідуального ризику  $R < 10^{-8}$ ;
- соціального ризику  $R < 10^{-7}$ .

Нині в екологічній безпеці важливою науковою задачею є розвиток аналітичних підходів у дослідженнях безпеки і ризику, а також удосконалення методів оцінки і нормування ризиків. Основою методології оцінки ризику є ідентифікація і визначення рівня небезпеки.

Аналіз та оцінювання ризику аварій разом із превентивними заходами безпеки є основою системи управління безпекою техногенних об'єктів різних типів. Аналіз та оцінювання ризику включає такі основні завдання: обґрунтування цілі та завдань аналізу ризику; аналіз технологічних особливостей виробничого об'єкта, виявлення всіх джерел небезпеки; визначення подій, що можуть ініціювати виникнення аварій; визначення небезпечних чинників, що виникають під час аварій; кількісне оцінювання ймовірностей виникнення аварій; формування імовірних сценаріїв розвитку аварій; моделювання і прогнозування імовірних наслідків аварій для персоналу, населення і навколишнього середовища за різними сценаріями розвитку подій; оцінювання ймовірностей впливу зовнішніх чинників на об'єкт; розрахунок ризику аварій; аналіз ризику щодо його прийнятності; розробка заходів зі зменшення ризиків аварій у разі перевищення прийнятного рівня; в іншому випадку, якщо ризик не перевищує прийнятний рівень, – формування звіту й обґрунтування безпеки промислового об'єкта; визначення необхідної кількості превентивних заходів безпеки для забезпечення стійкості об'єкта до внутрішніх та зовнішніх впливів [2-4].

У сучасній практиці для формалізації ризику  $R$  широко використовують модель, яка пов'язує між собою ймовірність виникнення негативних подій  $P_i$  (аварій, катастроф) і ймовірність можливих збитків  $W_i$  у результаті цих подій:

$$R = \sum_{i=1}^n P_i \cdot W_i, \quad (1)$$

За формулою (1) можна пояснити як невизначеність можливої появи події, що призводить до небажаних наслідків, так і величину цих наслідків.

Оцінка ризику має передбачати розвиток несприятливих подій за різними сценаріями, що потребує узагальнення формули (1):

$$R = \sum_{ij=1}^n P_{ij} \cdot W_{ij}, \quad (2)$$

де індекс  $i$  стосується події, індекс  $j$  – відповідного сценарію [2].

На сьогодні відповідно до Методики визначення ризиків і їх прийнятих рівнів для декларування безпеки небезпечних об'єктів, затвердженої наказом Мінпраці від 14.12.2002 року № 637 ризик прописується ймовірним методом "дерева відмов" та "дерева подій".

Методи "дерево відмов" і "дерево подій" дають змогу визначити функціональні взаємозв'язки елементів системи у вигляді логічних схем, що враховують взаємозалежність відмов елементів або груп елементів. У загальному випадку як "дерево відмов", так і "дерево подій" є лише ілюстрацією логіко-ймовірнісних моделей. Однак вони дуже цікаві фахівцям, пов'язаних з експлуатацією, обслуговуванням і наглядом за технічними об'єктами. Маючи таку схему, фахівець може не тільки знайти найкритичніший варіант розвитку подій, а й оцінити очікуваний ризик, якщо відповідне "дерево подій" або "дерево відмов" доповнене статистичними даними.

За допомогою аналізу "дерева відмов" фактично робиться спроба кількісно виразити техногенний ризик дедуктивним методом. "Дерево відмов" ідентифікує подію або ситуацію, що створює ризик, після чого ставиться питання: як могла виникнути така подія? Відповідь полягає в тому, що до такої події могла привести множина шляхів. Більшість безпосередніх причин верхніх подій можна вивчати, начебто вони самі є верхніми подіями. Теоретично такий аналіз можна проводити дуже детально на багатьох рівнях.

Найдоступніші для дослідження причини – це відмови компонентів, щодо яких є достатня кількість статистичних даних. Оскільки в такому дедуктивному методі процес деталізації може перериватися довільно, аналіз можна закінчувати на компонентах, по яких є достатньо даних, необхідних для точного визначення ймовірності відмови такого компонента.

Під час розрахунків ймовірності виникнення аварії у "дереві відмов" необхідно враховувати застосовувані логічні символи. Ймовірність  $S(A)$  вихідної події  $A$  в разі незалежності вхідних подій  $A_1, A_2, \dots, A_n$  визначають за формулами:

$$\text{для знака І: } S(A) = \prod_{i=1}^n S(A_i), \quad (3)$$

$$\text{для знака АБО: } S(A) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - S(A_i)], \quad (4)$$

де  $S(A_i)$  — ймовірність події  $A_i$ .

Цінність методу "дерева відмов" полягає в такому:

- аналіз структури системи орієнтується на виявлення відмов системи;
- можливість формалізації й автоматизації обліку впливу відмов елементів на роботоздатність системи на різних рівнях деталізації;
- метод дає змогу інженерові проникати в сутність функціонування системи, аналізувати ланцюжки причинних взаємозв'язків відмов, переглядати вплив відмов на роботоздатність інших підсистем;
- можливість здійснення кількісного аналізу й побудови кількісних оцінок важливості кожного елемента в системі, критичності елементів, оцінок надійності системи, подачі наочного графічного матеріалу, що є як вихідним документом, так і засобом для спілкування фахівців.

Метод "дерева відмов" базується на використанні складної суб'єктивної логіки. Також відсутня наявна повна інформація про частоту первинних відмов, взаємних впливів відмов елементів для реальних виробничих об'єктів. Ступінь адекватності методу в реалії прямо пропорційний досвіду, інтуїції та кваліфікації дослідника.

До зазначених переваг можна також додати й те, що для систем із великим числом елементів результати аналізу "дерева відмов" і виявлення найважливіших елементів дають змогу вказати напрями вдосконалення системи (заміни елементів або їх вдосконалення).

Через вказані недоліки метод оцінки ймовірності аварій не знаходить широкого практичного застосування при аналізі ризику експлуатації потенційно-небезпечних об'єктів. Як альтернатива заміни методу "дерева відмов" рекомендується для визначення частоти небажаних подій використовувати імітаційне моделювання виникнення аварій та їх розвитку в людино-машинній системі.

Практичною реалізацією такого підходу може стати використання експертної системи оцінки ризику потенційно небезпечних об'єктів. Залучення знань, інтуїції та досвіду висококваліфікованих фахівців-експертів з наступною обробкою отриманих експертних оцінок на основі сучасних методів прикладної математики, зокрема за допомогою статистики об'єктів нечислової природи, дозволить отримати максимальний результат при відсутності статистики аварій, тобто в умовах цілковитої невизначеності [2-4].

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Петрук В. Г., Яворська О. Г., Ранський А. П. та ін. Екологічні аспекти термічного знешкодження непридатних отрутохімікатів. Монографія - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 254 с.

2. Природний техногенний та екологічний ризику: аналіз, оцінка, управління: монографія / Г.В. Лисиченко, Ю.Л. Забулонов, Г.А. Хміль; Ін-т геохімії навколиш. середовища НАН України. – К.: Наук. думка, 2008. – 542 с.
3. Аверін Г. В. Оцінка ризику виникнення аварій на об'єктах підвищеної небезпеки / Г.В. Аверін, В.М. Москалець // Охорона праці. – 2008. – № 6. – С. 17 – 21.
4. Орлов А.И. Статистика объектов нечисловой природы и экспертные оценки / А. И. Орлов // Экспертные оценки. Вопросы кибернетики. – М.: Научный совет АН СССР по комплексной проблеме “Кибернетика”, 1979. – С.17 – 33. – (выпуск 58).

УДК 616.831-006.484:576.312.32.38:575:615.15:616.155.32

**Болтина И. В., Костик Е. Л. (Украина, Киев)**

### **ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Пути решения экологических проблем, стратегия экологической безопасности и устойчивого развития все еще остаются под общим вниманием. Считают, что ответы на эти вопросы должна дать научная концепция экологической безопасности на базе мониторинга окружающей среды. Первым этапом в любом случае может быть только система получения (сбора) информации о состоянии окружающей природной среды. Основные задачи экологического мониторинга: наблюдение за состоянием биосферы, оценка и прогноз ее состояния, определение степени антропогенного влияния на окружающую среду, выявление факторов и источников влияния, а цель – оптимизация отношений человека с природой, экологическая ориентация хозяйственной деятельности [1].

К настоящему времени накоплен большой материал по мутагенной активности отдельных химических веществ и физических факторов, хранящийся в соответствующих банках данных. Поэтому на первом этапе проведения мониторинга необходим анализ статистических данных о качественных и количественных параметрах загрязнений окружающей среды в обследуемом регионе с целью выявления среди них известных мутагенов и канцерогенов [6].

В лаборатории мутагенеза Института экологии и токсикологии проводятся исследования мутагенного фона (физических, химических и биологических мутагенных факторов природного и антропогенного происхождения, совокупность действия которых определяет уровень мутационной изменчивости) на территории Украины. Следует отметить, что как не существует универсального теста на мутагенность, так не может быть и универсальной тест-системы для оценки мутагенного фона. В принципе, чем больше тест-систем будет применено, тем большее количество разнообразных по механизмам образования мутаций они позволят выявить, тем более полной будет оценка. Совокупность этих критериев, которая отображает степень загрязнения территорий по мутагенному фону, а также интенсивность мутагенных эффектов с учетом универсальности мутагенного действия и дает качественно-количественную оценку состояния территории по суммарному мутагенному фону. Наиболее простой анализ суммарной мутагенной активности (СМА) осуществляется по следующей схеме [6]: 1 – отбор проб воздуха, воды, почвы, растительности, пищевых продуктов; 2 – экстрагирование, концентрация; 3 – испытание в тест-системах (тест Еймса, лимфоциты периферической крови человека *in vitro*, костный мозг мышей *in vivo*).

Согласно классификации А.И. Куриного [4], есть следующие характеристики состояния территорий по мутагенному фону: благополучное – нет превышения спонтанного (контрольного) уровня, умеренно опасное – достоверное превышение контрольного уровня, опасное – превышение в 2 – 3 раза, чрезвычайно опасное – более чем в 3 раза.

В лаборатории проведено ранжирование территорий по уровню мутагенного загрязнения [5]. Статус “благополучных” имеют следующие области: Закарпатская, Хмельницкая, Тернопольская, Харьковская, Крым и Черниговская. Следующие области оценены как “умеренно опасные”: Волынская, Черновицкая, Николаевская, Винницкая, Львовская, Житомирская, Полтавская. К “опасным” областям относятся: Ровенская, Херсонская, Ивано-Франковская, Черкасская, Кировоградская, Сумская, Киевская, Луганская, Одесская. И, “чрезвычайно опасные” это – Запорожская, Днепропетровская и Донецкая.

Но в окружающей среде всегда находится комплекс факторов и (или) химических веществ, которые владеют потенциальной генотоксичностью или способностью к модификации эффектов этих факторов. Действие последних на организм человека невозможно предусмотреть на основе знания индивидуальных свойств каждого компонента, поскольку известно, что отдельные факторы или химические вещества могут модифицировать эффекты других. Поэтому, было проведено «картирование» Украины, учитывая критерии А. И. Куриного по следующим показателям: заболеваемость населения; смертность (общая и детская); количество отходов, которое накопилось на территории областей Украины; загрязнение воздуха, воды и почвы в том числе пестицидами и ПХБ (полихлорированными бифенилами), радиологическая обстановка в областях.

Не секрет, что Украина относится к странам с очень низкой рождаемостью. Самая низкая рождаемость – в Луганской, Запорожской, Донецкой, Полтавской, Сумской, Харьковской, Черкасской и Черниговской областях. Самая высокая – в Волынской, Закарпатской и Ровенской областях. Причем, в селах этот показатель несколько выше, чем в городах. Согласно мнению Е.И. Турос [9], способность оставлять здоровых потомков, а также их