

*Безсонний В.Л., викл., УЦЗУ*

## **ПЛАН СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ В ЗОНІ АНТРОПОГЕННИХ ВПЛИВІВ ОБ'ЄКТІВ ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ**

(представлено д-ром хім. наук Калугіним В.Д.)

Представлений план створення системи екологічного моніторингу на території, що піддається антропогенному впливу об'єктів підвищеної небезпеки. Ітераційний процес створення ядра системи покликаний забезпечити зростання достовірності прогнозування і контролю. На кожній ітерації вибір варіанту ядра системи повинен відповідати декларованим обмеженням

**Постановка проблеми.** Проектування і будівництво промислових об'єктів підвищеної небезпеки пов'язано з проектуванням і створенням систем екологічного моніторингу. Причому проектування і створення систем моніторингу, в принципі, повинне випереджати відповідні роботи на об'єкті. Особливо це актуально для об'єктів підвищеної небезпеки, потенційно небезпечних природному середовищу, передбачуване будівництво яких викликає підвищену стурбованість населення, що проживає в районах розміщення цих об'єктів. Унікальність об'єктів зумовлює унікальність систем моніторингу.

Відповідно до визначення, екологічний моніторинг — інформаційна система спостережень, оцінки і прогнозу змін в стані навколишнього середовища, створена з метою виділення антропогенної складової цих змін на фоні природних процесів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З проведенням екологічного моніторингу тісно пов'язано здійснення моніторингу надзвичайних ситуацій, які можуть виникати і як внаслідок природних катаклізмів, і як внаслідок порушення роботи об'єктів підвищеної небезпеки. В роботі [1] наведені вимоги до побудови державної системи моніторингу надзвичайних ситуацій, до її структурних підсистем (збір, обробка, передача та збереження даних), а також апарат математичного моделювання систем моніторингу надзвичайних ситуацій. Вимоги до державної системи моніторингу докільця містяться в документі [2]. На сьогоднішній день в багатьох розвинених країнах світу розроблені національні програми

---

План створення системи екологічного моніторингу в зоні антропогенних впливів об'єктів підвищеної небезпеки

моніторингу довкілля в зоні впливу об'єктів підвищеної небезпеки, відповідно до яких здійснюється регулярний відбір аерозолів в атмосфері на різних висотах від приземного рівня до стратосфери, а також безперервний контроль за гама-випромінюванням біля поверхні землі. В роботі [3] узагальнені та систематизовані відомості про програми моніторингу в США, Японії та деяких інших країнах. Визначені методи і засоби відбору проб об'єктів навколишнього природного середовища, методики проведення аналізу. Наведено дані про технічні засоби контролю радіоактивності в природних умовах. В роботі [4] автори викладають основні принципи створення регіональної інформаційної системи екологічного моніторингу. Роботи [5-9] присвячені проблемам організації баз даних і банків даних при проведенні екологічного та радіоекологічного моніторингу. В роботі [5] пропонується методологія формування баз даних екологічного моніторингу. В роботі [6] розглянуто питання створення інформаційно-методичного забезпечення системи локального екологічного моніторингу, яка розглядається як елемент регіонально-розсереджуваної системи колективного використання. Справедливо відзначено, що на теперішній час існує проблема створення типового інформаційно-методичного забезпечення систем локального екологічного моніторингу, що дозволить здійснити уніфікацію основних етапів технічного циклу екологічного моніторингу, привести до одноманітності документування результатів контролю та їх використання в якості вихідних даних для організації архіву системи колективного використання. В роботах [7,8] викладаються принципи побудови і вмісту баз даних для екологічного моніторингу в зоні впливу АЕС. Показується, що в зв'язку з тим, що для збереження і подальшого використання екологічної інформації в теперішній час не знайдено адекватних інформаційних структур, які б не підтримувались системами управління базами даних (СУБД) загального призначення, СУБД моніторингу в зоні впливу АЕС повинна будуватись на СУБД загального призначення реляційного типу, які добре розвинуті. В роботі [9] наведено опис технології прийому, накопичення і подання інформації про радіоактивне забруднення природного середовища, що передається в телеграмах "ВОЗДУХ", яка в теперішній час реалізована в ІОЦ НПО "Тайфун". Приведено метод кодування даних при передачі їх мережею Держкомгідромету. Аналізу ризику від техногенних об'єктів присвячені роботи [10,11].

**Постановка завдання та його вирішення.** Всякий техногенний об'єкт представляє певний рівень небезпеки для навколишнього природного середовища і людини. Питання полягає у величині рівня небезпеки. Суспільство готове миритися із створенням (з існуванням) техногенного об'єкту, якщо рівень небезпеки, породжуваний об'єктом, не перевищує певної величини. Величина рівня небезпеки яка виражається в оцінках ризику, прогнозується на етапах, передуючих функціонуванню об'єкту. Система екологічного моніторингу фактично покликана підтвердити або спростувати результати прогнозування рівня небезпеки.

План проектування системи екологічного моніторингу для територій, що знаходяться в зоні антропогенних дій, включає наступні етапи:

*I. Декларування мети і задач системи екологічного моніторингу.*

Окрім загальної мети, вказаної у призначенні системи, і витекаючих з мети задач, звичайно виникають окремі цілі і задачі. Такою окремою ціллю, наприклад, може бути виявлення антропогенної дії в межах певної території (населеного пункту, джерела водопостачання, заповідника і т.д.), інформування населення і офіційних осіб про загальний рівень небезпеки і т.д.

*II. Декларування обмежень, що накладаються на проектувану систему екологічного моніторингу.*

Доцільно виділити дві основні групи декларованих обмежень: фінансові і системні. Під фінансовими обмеженнями розуміються вартості (або вартість) створення і експлуатації системи. Передбачається, що фінансові обмеження - визначаючі при проектуванні. Дійсно, функціональність системи, точність оцінок, достовірність прогнозу обмежена звичайно виключно фінансовими обмеженнями.

Як системні обмеження виступають вимоги, яким повинна задовольняти спроектована система. В деяких випадках як системні обмеження, можуть виступати допустима (максимальна) тривалість створення і допустима (мінімальна) тривалість експлуатації. Також можливі деякі технічні обмеження: використання тих або інших технічних засобів, методів спостережень, обробки і передачі інформації.

III. Попереднє обстеження стану здоров'я населення і стану природного середовища в зоні передбачуваного впливу техногенного об'єкту.

На даному етапі фіксується початковий стан здоров'я людей і початковий стан навколишнього природного середовища для цілей подальшого виділення антропогенної складової дії. Аналізуються кліматичні характеристики, характеристики рельєфу, сейсмічні умови і т.д. Якщо територія, що входить в прогнозовану зону антропогенного впливу об'єкту, достатньо велика, то створюється геоінформаційна система (ГІС) території.

Етап набуває високої значущості, якщо в результаті моніторингової діяльності при функціонуванні (у тому числі і при будівництві) об'єкту будуть зафіксовані зміни в стані здоров'я або зміни в стані навколишнього природного середовища. Для фіксації початкового стану природного середовища повинні застосовуватися математичні методи відновлення польових характеристик за їх значеннями в обмеженій кількості точок. Наприклад, якщо йдеться про фіксацію початкового стану повітряного басейну, то фактично йдеться про розробку математичної моделі, яка дозволяє спрогнозувати поле концентрацій основних компонентів в повітрі. Модель повинна забезпечити відтворення поля концентрацій при значеннях кліматичних характеристик, що відповідають даному району, а також вона повинна бути настроєна за наслідками натурних вимірювань, які виконані до початку робіт на об'єкті.

Об'єм робіт по даному етапу залежить від рівня потенційної небезпеки, породжуваної об'єктом, від громадської уваги, що привертається до об'єкту.

IV. Попереднє обстеження об'єкту (технологія робіт, матеріали, обладнання, що використовуються) з подальшим прогнозом характеристик джерел емісії (попередня інвентаризація джерел емісії).

Прогнозуються характеристики джерел забруднення навколишнього середовища при функціонуванні об'єкту підвищеної небезпеки в штатному режимі роботи. Опрацьовуються можливі сценарії аварійних ситуацій і для найзначущіших аварійних сценаріїв прогнозуються характеристики джерел емісії.

V. Прогноз наслідків антропогенних дій для стану здоров'я людини і стану природного середовища при функціонуванні техногенного об'єкту в штатному режимі роботи і при гіпотетичних аваріях на об'єкті.

На етапі прогнозування повинні бути розглянуті задачі двох класів. До першого класу умовно відносяться задачі прогнозування наслідків при штатному режимі роботи техногенного об'єкту. Звичайно це малі по інтенсивності, але тривалі за часом антропогенні дії на людину і на природне середовище. Аналіз антропогенних дій на природне середовище звичайно проводиться в термінах нормованих величин - гранично допустимих концентрацій речовин в атмосфері, у воді і т.д. Часовий інтервал дії співзв'язаний з часовим інтервалом функціонування об'єкту.

До другого класу задач прогнозування відносяться задачі прогнозу наслідків аварій і катастроф. В цьому випадку антропогенні дії носять короткочасний, але інтенсивний характер. Наслідки аварій і катастроф звичайно характеризуються оцінками аварійного ризику [10,11]. Причому звичайно антропогенні дії на людину і на оточуючу середовище при аварії на об'єкті значно перевищують дії, що відповідають штатному режиму роботи об'єкту. Тому оцінки аварійного ризику фактично визначають прогнозовану антропогенну складову змін в стані здоров'я людей і в стані природного середовища, пов'язаних з техногенним об'єктом.

Даний етап проектування покликаний відповісти на питання – чого можна чекати при функціонуванні об'єкту підвищеної небезпеки як в штатному так і в аварійному режимах роботи. Повинні бути проаналізовані можливості і рівні забруднення різних середовищ. Наприклад, якщо існує теоретична можливість попадання в оточуюче середовище токсичних речовин, необхідно аналізувати забруднення повітряного середовища, поверхневих і ґрунтових вод. Прогноз може бути виконаний на основі існуючого досвіду, формалізованого у вигляді нормативних методик. Для унікальних техногенних об'єктів прогноз будується на основі результатів математичного моделювання розповсюдження антропогенних дій в природних середовищах. При прогнозуванні наслідків аварій моделюються найбільш значущі по наслідках аварійні сценарії [10].

В результаті аналізу результатів прогнозування можуть уточнюватися, зокрема, і межі зони впливу техногенного об'єкту на стан здоров'я людей і на стан природного середовища.

---

### VI. Попереднє визначення об'єктних видів моніторингу.

За наслідками прогнозування наслідків антропогенних дій на людину і на природне середовище, визначенню підлягають об'єктні види моніторингу (моніторинг атмосфери, гідросфери, ґрунтовий, біологічний, сейсмічний, іоносферний і ін.); вибираються значущі види дій і контрольовані характеристики. Зокрема, при хімічній дії через атмосферне повітря контрольованою характеристикою може бути токсична доза (накопичена концентрація); при тепловій дії - величина теплового потоку.

### VII. Проектування мережі спостережень по кожному об'єктному виду моніторингу в зоні антропогенних дій.

Проектування мережі спостережень - один з найважливіших етапів побудови всієї системи моніторингу. Визначенню підлягає розміщення як стаціонарних так і пересувних постів спостережень. В останньому випадку також вибираються маршрути переміщень. На цьому етапі визначається дискретність і об'єм спостережень. Базовою інформацією для проектування системи спостережень по кожному об'єктному виду моніторингу є результати прогнозування рівня антропогенних дій на людину і на оточуюче середовище, і ГІС території зони впливу об'єкту.

Як початкове наближення розміщення постів спостережень бажано вибрати місцеположення екстремальних значень контрольованих характеристик. В загальному випадку це приведе до зменшення помилок вимірювань. В окремому випадку контролю атмосферного повітря при прогнозованому залповому викиді токсичних речовин в атмосферу, місцеположення поста спостережень залежить від напрямку і швидкості вітру, стану стійкості атмосфери і т.д. Розташування точки, в якій досягається, наприклад, максимальна накопичена концентрація, залежить від умов емісії, метеорологічних умов, від властивостей речовини, яка поступає в атмосферу і т.д.

Дискретність і об'єм спостережень визначаються необхідною достовірністю результатів моніторингової діяльності, зовнішніми умовами, режимом роботи підприємства і т.д.

Очевидно, що на практиці неможливо спроектувати мережу постів спостережень, яка відповідала б всім можливим умовам і забезпечувала б контроль всіх контрольованих параметрів (речовин). Тому бажано побудувати мережу постів спостережень, яка б відповідала максимальним значенням математичних очікувань найзначущіших контрольованих параметрів. Відновлення польо-

вих характеристик контрольованих параметрів (наприклад, концентрацій речовин) у всьому об'ємі простору або в якійсь його частині повинне здійснюватися математичними методами на етапі функціонування системи екологічного моніторингу. В загальному випадку, збільшення кількості і якості спостережень приведе до збільшення вартості створення системи моніторингу, а зменшення спостережень - до зменшення ступеня достовірності результатів моніторингової діяльності. Разом з тим, скорочення мережа спостережень при збереженні ступеня достовірності можна певною мірою компенсувати більш розвинутим програмним забезпеченням системи екологічного моніторингу і збільшенням часу настройки системи на конкретні умови.

#### VIII. Вибір технічних засобів контролю.

Проектування мережі спостережень і вибір технічних засобів контролю - взаємозв'язані етапи проектування системи екологічного моніторингу. Контролю підлягають характеристики джерел емісії, параметри стану навколишнього середовища при штатному і аварійному режимах роботи підприємства. За прогнозованими значеннями, діапазонами змін і необхідній достовірності значень контрольованих параметрів підбираються методи і технічні засоби контролю. В деяких випадках вибір технічних засобів, що забезпечують контроль із заданим ступенем достовірності і оперативності контролю, досить утруднений. Так для деяких високотоксичних речовин мінімальний час визначення їх вмісту в атмосфері навіть на рівні ГДК в даний час може не задовольняти декларованим системним обмеженням.

Так само існують певні труднощі із засобами контролю характеристик джерел емісії; особливо у разі аварійного режиму роботи підприємства.

#### IX. Попередній контроль виконання декларованих обмежень, що накладаються на систему екологічного моніторингу.

Аналізу підлягають проекти системи, які задовольняють системним обмеженням (необхідна, але не достатня умова). Вибір ядра системи екологічного моніторингу з нескінченної різноманітності конфігурацій, в основному, ґрунтується на економічних критеріях. Вартості створення і експлуатації мережі спостережень, технічних засобів, програмного забезпечення ядра системи моніторингу повинні відповідати декларованим обмеженням. Тобто проектування системи екологічного моніторингу припускає розробку декількох варіантів, що задовольняють економічним критеріям, з

подальшим вибором варіанту, що забезпечує найбільшу достовірність моніторингової діяльності.

Х. Забезпечення взаємодії з системами екологічного моніторингу більш високого рівня. Забезпечення взаємодії з системами інших функціональних призначень (наприклад, з системою дій в умовах надзвичайних ситуацій і т.д.)

Виділення антропогенної складової в зміні стану природного середовища ґрунтується на зіставленні польових характеристик, отриманих на етапі попереднього обстеження стану природного середовища в зоні впливу об'єкту хіміко-технологічного профілю, і польових характеристик, отриманих на етапі функціонування об'єкту. Наприклад, при контролюванні атмосферного повітря, антропогенна складова може характеризуватися тією або іншою нормою різниці полів концентрацій контрольованих елементів в атмосфері до і після початку функціонування об'єкту. Поля концентрацій відновлюються за відповідними математичним моделям при одних і тих же наборах кліматичних параметрів.

**Висновки.** Таким чином, система екологічного моніторингу для територій, що знаходяться в зоні антропогенної дії об'єктів підвищеної небезпеки, повинна створюватися одночасно із створенням самого об'єкту. План створення такої системи складається з десяти етапів. Ітераційний процес створення ядра системи покликаний забезпечити зростання достовірності прогнозування і контролю. На кожній ітерації вибір варіанту ядра системи повинен відповідати декларованим обмеженням, які можуть бути фінансовими або системними.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.О., Грінченко Є.М., Кірючкін О.Ю. та ін. Моніторинг надзвичайних ситуацій. Підручник. Вид-во: АЦЗУ м. Харків, 2005. – 530 с.
2. Положення про державну систему моніторингу довкілля. Затверджено постановою КМУ від 30 березня 1998 р. №391.
3. Радиационный мониторинг окружающей среды в районе объектов атомной промышленности. Обзор по зарубежным источникам 1981 – 1988 гг. М.: ЦНИИАтоминформ, 1989. – 40 с.
4. Колабин Г.В., Бакланов А.А. Принципы создания региональной информационной системы радиационного мониторинга //



- Эколого-географические проблемы Кольского Севера. Сборник научных трудов РАН, 1992. – С. 57-66.
5. Пристер Б.С., Барбашев С.В., Дятлов С.В., Панченко Н.Н., Сурков И.В. Методология формирования баз данных экологического мониторинга // Принципы и методы экоинформатики / Материалы Всесоюзного совещания по экоинформатике и экологическим базам данных, Москва, 1986. – С. 58-60.
  6. Федак В.С., Горин Ф.Н. Информационное обеспечение локального экологического мониторинга // Принципы и методы экоинформатики / Материалы Всесоюзного совещания по экоинформатике и экологическим базам данных, Москва, 1986. – С. 244-247.
  7. Бабенко В.В., Мельников И.В., Чумак В.К. СУБД радиоэкологического мониторинга в зоне влияния АЭС // Принципы и методы экоинформатики / Материалы Всесоюзного совещания по экоинформатике и экологическим базам данных, Москва, 1986. С. 22-26.
  8. Бабенко В.В., Мельников И.В., Чумак В.К. Принципы построения и содержания баз данных для экологического мониторинга в зоне влияния АЭС // Принципы и методы экоинформатики / Материалы Всесоюзного совещания по экоинформатике и экологическим базам данных, Москва, 1986. – С. 27-30.
  9. Косых В.С., Лукша И.С. Организация банка сетевых данных радиоактивного загрязнения природной среды. // Труды института экспериментальной метеорологии. Серия: Приборы, техника, автоматизация экспериментов. – 1991. – Вып. 12. С. 132 – 137.
  10. Колодкин В.М., Мурин А.В., Петров А.К., Горский В.Г. Количественная оценка риска химических аварий.// Ижевск, 2001 г., - 226 с.
  11. Оценка риска, связанного с объектами хранения химического оружия на территории Удмуртской Республики.// Ижевск, изд-во УдГУ, 1996 г. – 218 с.