

4. *Большаков А.М., Крутько В.Н., Пуцилло Е.В.* Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 256 с.
5. *Альмов В.Т., Тарасова Н.П.* Техногенный риск: Анализ и оценка: Учебное пособие для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 118 с.
6. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
7. Методичні рекомендації "Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря". Наказ МОЗ від 13.04.2007 № 184.
8. *Лисиченко Г.В., Хміль Г.А., Барбашев С.В.* Методологія оцінювання екологічних ризиків. – Одеса, Астропринт, 2011. – 368 с.
9. *Каменева І.П.* Просторово-семантичні моделі репрезентації знань в геоекологічних дослідженнях // Геоінформатика. – 2005. № 4. – С.64-69.
10. *Каменева І.П., Яцишин А.В., Артемчук В.А.* Компьютерные средства оценивания экологических рисков с использованием структурного анализа данных мониторинга // Электронное моделирование. – 2013. Т. 35, № 6. – С.99-113.
11. *Джонсон К.* ArcGIS Geostatistical Analyst. Руководство пользователя. – М.: Дата+, 2001. – 278 с.
12. Щомісячний бюлетень забруднення атмосферного повітря в Києві та містах Київської області. – К.: Центральна геофізична обсерваторія, 2005-2007 рр.

*Поступила 15.02.2018р.*

УДК 504.06:502.55

О.О. Попов, Київ

В.О. Ковач, Київ

## **НОВІ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

**Abstract.** Work is dedicated to environmental monitoring in technogenic emergency situation condition. Reasons and consequences of emergency situations occurrence is described. Classification by scales of consequences, branch principles and propagation speed is shown. Detailed analysis of technogenic emergency situation stages is done. Peculiarities of monitoring systems using for prevention and liquidation of emergency situations is considered. Existed methods of environmental monitoring is researched. Showed that at present time is observed absence of methods for environmental monitoring that allows in complex solve corresponding tasks from the management theory standpoint, and under the technogenic emergency character conditions. For solution of given problem in work new methods of environmental monitoring (are called information and technical methods) is proposed. In article their typical structure and advantages is presented and described.

## **Вступ**

Одна з ключових проблем, що стоять перед людством, – це протиріччя між потребами соціально-економічного розвитку і необхідністю збереження середовища проживання.

Науково-технічний прогрес не тільки сприяє підвищенню продуктивності і поліпшенню умов праці, зростанню матеріального добробуту та інтелектуального потенціалу суспільства, а й призводить до зростання ризику аварій великих технічних систем. Останнє пов'язано з ускладненням їх конструкції, збільшенням їх кількості, зростанням одиничних потужностей агрегатів на промислових і енергетичних об'єктах, їх територіальною концентрацією.

Досить назвати аварії на АЕС в Три-Майл-Айленд (США), в Чорнобилі (Україна), в Фукусімі (Японія), на хімічних підприємствах Фліксборо (Великобританія), Севезо (Італія), Бхопалі (Індія), великі транспортно-промислові катастрофи в Арзамасі, Свердловську, під Уфою, розливи нафти в результаті аварії танкерів. Також можна згадати нещодавню пожежу на нафтобазі в Васильківському районі Київської області [1].

Руйнівну силу техногенних катастроф і стихійних лих у деяких випадках можна порівняти з військовими діями, а кількість постраждалих значною мірою залежить від типу, масштабів, місця і темпу розвитку ситуації, особливостей регіону і населених пунктів, що опинились в районі події, об'єктів господарської діяльності. Несподіваний розвиток подій веде до значного скорочення часу на підготовку рятувальних робіт і їх проведення.

Управління техногенним ризиком неможливо без інформаційної підтримки підготовки та прийняття управлінських рішень щодо попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій (НС). Для управління ризиком здійснюється моніторинг стану природного середовища та об'єктів техносфери, аналіз ризику і прогнозування НС.

Функціонування системи моніторингу НС ґрунтується на використанні різних підходів і методів. У даній статті на концептуальному рівні розглядається питання розробки інформаційно-технічних методів моніторингу зовнішньої природного середовища в умовах НС техногенного характеру.

## **Літературний огляд**

Вагомий внесок у вирішення теоретичних і практичних питань попередження та ліквідації НС природного та техногенного характеру зробили такі науковці, як В.М. Шоботов, В.С. Сергєєв, В.А. Акімов, Г.Л. Кофф, Б.С. Мастрюков, С.О. Гур'єв та ін. [1 – 8]. Але в роботах даних вчених висвітлюються переважно питання організаційного характеру, та не приділяється увага розробці методів моніторингу навколишнього природного середовища (НПС) в умовах НС техногенного характеру з точки зору теорії управління.

**Метою статті** є розробка типової структури та описання можливостей використання нових інформаційно-технічних методів моніторингу НПС в умовах НС техногенного характеру.

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Зростання масштабів господарської діяльності і кількості великих промислових комплексів, концентрація на них агрегатів та установок великої і надвеликої потужності, використання у виробництві потенційно небезпечних речовин у великих кількостях – все це збільшує ймовірність виникнення техногенних аварій. НС техногенного походження містять у собі загрозу для людини, економіки і природного середовища або здатні створити її внаслідок ймовірного вибуху, пожежі, затоплення або забруднення (зараження) НПС.

НС виникають, як правило, на потенційно техногенно-небезпечних виробництвах. До них належать в першу чергу хімічно небезпечні об'єкти, радіаційна небезпечні об'єкти, вибухо та пожежонебезпечні об'єкти, а також гідродинамічні небезпечні об'єкти. У останні роки значно зросла також небезпека від аварій і катастроф на транспорті.

НС техногенного характеру прийнято класифікувати за такими основними ознаками [9]:

- за масштабами наслідків (об'єктового, місцевого, регіонального і загальнодержавного рівня);
- за галузевою ознакою (НС у сільському господарстві; у лісовому господарстві; у заповідній території, об'єкти особливого природоохоронного значення; у водоймах; матеріальних об'єктах – об'єктах інфраструктури, промисловості, транспорті, житлово-комунального господарства та населення).
- за швидкістю поширення (раптові: вибухи, транспортні аварії; стрімкі: пожежі, гідродинамічні аварії, аварії з викидом небезпечних хімічних речовин, застосування хімічної зброї; помірні: аварії з викидом радіоактивних речовин; плавні: аварії на промислових очисних спорудах, забруднення ґрунту і води шкідливими речовинами, застосування етнічної та генної зброї).

Аварії техногенного характеру класифікуються також з урахуванням критеріїв розміру заподіяних чи очікуваних економічних збитків.

Внаслідок техногенних аварій та катастроф утворюється НС, раптове виникнення якої призводить до значних соціально-екологічних і економічних збитків, виникає необхідність захисту людей від дії шкідливих для здоров'я факторів, проведення рятувальних, невідкладних медичних і евакуаційних заходів, а також ліквідації негативних наслідків, які сталися.

Техногенна НС в своєму розвитку проходить чотири характерні стадії: зародження, ініціювання, кульмінація і загасання. Розглянемо зміст кожної з стадій [1, 4].

На стадії зародження створюються передумови майбутньої НС: активізуються несприятливі природні процеси, накопичуються технологічні

неполадки і проектно-виробничі дефекти, відбуваються збої в експлуатації обладнання, роботі інженерно-технічного персоналу і т.д. До їх числа також відносяться великі обсяги зберігання і переробки матеріалів (вогнебезпечних, горючих, нестабільних, корозійних (ідких), високореактивних, токсичних, пилоподібних, інертних та інших речовин) і екстремальні фізичні умови виробничого процесу (високі і низькі температури, високий тиск, вакуум, циклічні зміни температури і тиску, гідравлічні удари і т.п.).

Тривалість стадії зародження може бути визначена досить приблизно з використанням методології теорії надійності технічних систем, теорії ризику, теорії катастроф, теорії регулярної статистики відмов, теорії «локальних» аварій і т.д.

На стадії ініціювання НС виникають технологічні порушення, пов'язані з виходом параметрів процесу (тиску, температури, концентрації, швидкості реакції, витрати речовини і т.д.) за критичні значення. Відбуваються спонтанні реакції, розгерметизація трубопроводів, резервуарів, можлива відмова прокладок, корозійне пошкодження стінок.

Можливе порушення роботи обладнання (насосів, клапанів, вимірювальних приладів, датчиків, блокувань). Виявляється несправність систем забезпечення (електричної, водопостачання, охолодження, теплообміну, вентиляції і т.п.). Не можна виключати зовнішні події, до числа яких слід віднести екстремальні погодні умови, стихійні лиха, акти вандалізму, диверсії і т.п. Найбільш істотним є людський фактор, оскільки більше 60% аварій відбувається через помилки при проектуванні, в процесі будівництва і експлуатації, при технічному обслуговуванні.

На стадії кульмінації вивільняються великі кількості енергії і маси, причому навіть невелика ініціююча подія може привести в дію ланцюговий механізм аварій з багаторазовим збільшенням потужності і масштабів («ефект доміно»). На цій стадії дуже важливо передбачити сценарій розвитку аварії, що дозволить вжити дієвих заходів захисту, уникнути людських жертв або зменшити їх кількість, а також скоротити збиток, що наноситься.

Стадія загасання НС триває від моменту усунення джерела небезпеки до повної ліквідації наслідків аварії, що може тривати роки і навіть десятиліття (наприклад, Чорнобильська катастрофа).

Знання причинно-наслідкового ланцюга формування НС в конкретних умовах зменшить ризик виникнення такої ситуації в майбутньому і, отже, підвищить безпеку в умовах НС.

Забезпечення безпеки життєдіяльності в умовах НС є комплексом організаційних, інженерно-технічних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя і здоров'я людини в усіх сферах її діяльності.

Основними напрямками в розв'язанні задач забезпечення безпеки життєдіяльності в умовах НС є: прогнозування і оцінка можливих наслідків НС; планування заходів щодо запобігання або зменшення ймовірності виникнення НС, а також масштабів їх наслідків; забезпечення, сталої роботи

об'єктів народного господарства в НС; навчання персоналу і населення спеціальних дій в НС; ліквідація наслідків НС [1, 2, 4].

### **Моніторинг НПС в умовах техногенних НС**

У сучасному світі система моніторингу і прогнозування НС стає на перше місце в боротьбі з техногенними катастрофами і природними катаклізмами. Перспектива цього напрямку очевидна. В області захисту населення і територій моніторинг і прогнозування НС відіграє важливу роль, так як спостереження, аналіз і оцінка стану і зміни виявлених і потенційних джерел НС, а також прогноз впливу на безпеку населення, організацій, навколишнє середовище дозволяє розробляти і реалізовувати заходи, спрямовані на попередження та ліквідацію НС, мінімізацію соціально-економічних і екологічних наслідків [10, 11].

Результати моніторингу та прогнозування НС є одним з визначальних критеріїв при прийнятті управлінських рішень в діяльності органів і підрозділів з НС. Точна і оперативна інформація про небезпечний природне явище, аварії або небезпечному техногенному подію і т.д., випереджаючи відображення ймовірності виникнення і розвитку НС на основі аналізу можливих причин її виникнення, її джерела в минулому і сьогодні дозволять якісно і ефективно розробляти програми і плани, приймати дієві рішення щодо попередження та ліквідації НС [1, 12].

Тому моніторинг і прогнозування НС – одне з пріоритетних напрямків діяльності відповідних міністерств і департаментів промислово розвинених держав [11, 13].

Моніторинг НС – це система безперервних спостережень, лабораторного та іншого контролю для оцінки стану захисту населення і територій та небезпечних процесів, які можуть призвести до загрози або виникнення НС, а також своєчасне виявлення тенденцій до їх зміни.

Спостереження, лабораторний та інший контроль включають збирання, опрацювання і передавання інформації про стан НПС, забруднення продуктів харчування, продовольчої сировини, фуражу, води радіоактивними та хімічними речовинами, зараження збудниками інфекційних хвороб та іншими небезпечними біологічними агентами.

Залежно від масштабу НС розрізняють п'ять рівнів (ступенів) моніторингу: глобальний, національний, регіональний, місцевий, локальний. Кожен нижче наступний рівень моніторингу входить складовою частиною у вище перерахований рівень [1, 2].

Для здійснення моніторингу зовнішнього природного середовища в результаті техногенної НС використовуються різні методи і засоби вимірювання параметрів її основних компонентів (повітря, водного, ґрунту) [7, 14].

За допомогою приладів зазвичай вимірюють фізичні та хімічні параметри середовища: величини і спектр шумів, температуру, характеристики електромагнітних полів, характеристики радіоактивного забруднення середовища, характеристики геофізичних явищ, концентрації

хімічних забруднень повітря, води, ґрунту та ін.

За допомогою приладів також визначають і численні характеристики біологічних систем. Широко застосовується дистанційне дослідження екологічних систем з літаків, штучних супутників Землі, космічних кораблів.

Методи моніторингу поділяють на якісні і кількісні. Завданням якісного аналізу є виявлення певного хімічного елемента або сполуки чи встановлення складу досліджуваної речовини, кількісного – визначення кількісного вмісту речовини в досліджуваній пробі або встановлення кількісних співвідношень між складовими частинами речовини. Якісний аналіз зазвичай передує кількісним визначенням.

На основі вимірюваних параметрів методи кількісного аналізу поділяють на хімічні, фізико-хімічні, фізичні та біологічні. На рис. 1 представлена більш детальна класифікація методів кількісного аналізу [14].

Хімічні методи ґрунтуються на використанні хімічних реакцій для визначення складу системи. Так, використовуючи реакцію, характерну для певного іона з утворенням пофарбованого комплексу, осаду, малодисоційованої сполуки, можна провести якісний і кількісний хімічний аналіз.

Фізико-хімічні методи ґрунтуються на залежності фізичної властивості від хімічного складу аналізованого середовища.



Рис. 1. Класифікація методів кількісного аналізу

Фізичними методами визначається властивість, що безпосередньо залежить від природи атомів та їхньої концентрації в системі, наприклад інтенсивність радіоактивного випромінювання [4, 6].

Оснoву біологічних та біохімічних методів дослідження становлять реакції рослин, тварин і мікроорганізмів на дію певного чинника.

Таким чином, існуючі методи моніторингу НПС є вузько направлені і стосуються питань вимірювання необхідних параметрів. Спостерігається відсутність методів, що розглядають інформаційну та технічну складову об'єкту та процесу дослідження з точки зору теорії управління. В зв'язку з чим авторами пропонується нові методи моніторингу НПС, які отримали назву інформаційно-технічні методи.

### **Інформаційно-технічні методи моніторингу**

Типова структура ІТМ моніторингу НПС в умовах НС техногенного характеру має вигляд:

1. фізична модель об'єкту дослідження;
2. математична модель об'єкту дослідження;
3. інформаційно-обчислювальні процедури;
4. алгоритм управління;
5. апаратно-програмні засоби.

Фізична модель – установка, пристрій або пристосування, що дозволяє досліджувати систему шляхом заміщення досліджуваного фізичного процесу подібним йому процесом тієї ж або іншої фізичної природи.

Ці моделі можуть бути як статичними, так і динамічними. В останньому випадку в них можна реалізувати фізичні явища або процеси подібні процесам оригіналу. При цьому процеси можуть мати одну і ту ж фізичну природу, але можуть мати й іншу фізичну природу. Як правило, подібність між фізичними процесами встановлюється методами теорії подібності, за допомогою спеціальних критеріїв подібності.

Фізична модель лише якісно описує об'єкт дослідження. На її основі для отримання аналітичних залежностей будується математична модель.

Математична модель – наближене описання об'єкта моделювання, виражене за допомогою математичної символіки.

Адекватна математична модель об'єкта дозволяє:

- зрозуміти, як влаштований об'єкт дослідження, яка його структура, основні властивості, закони розвитку і взаємодії з навколишнім світом (розуміння);
- навчитися управляти об'єктом (або процесом) і визначити найкращі способи управління при заданих цілях і критеріях (управління);
- прогнозувати прямі і непрямі наслідки реалізації заданих способів і форм впливу на об'єкт (прогнозування) [8].

Після побудови відповідних моделей розробляються інформаційно-обчислювальні процедури методу, які описують послідовність дій для вирішення поставлених задач комплексного моніторингу для розв'язання задач попередження НС на територіях розташування техногенних об'єктів.

Далі, розробляється алгоритм управління – це сукупність дій (правил) для отримання бажаних характеристик протікання процесу або досягнення цілей управління.

І кінцевим етапом є розробка апаратно-програмних засобів, які реалізують процедури за відповідним алгоритмом. Апаратно-програмний комплекс – сукупність технічних і програмних засобів, що дозволяє автоматизувати виконання комплексу завдань моніторингу НПС.

Використання ІТМ моніторингу НПС дозволить відповідальним особам приймати ефективні управлінські рішення щодо попередження НС техногенного характеру, а в разі їх виникнення – отримувати рекомендації щодо швидкої ліквідації даних ситуацій.

### **Висновки та перспективи подальших досліджень у даному напрямку**

Отже, проведене дослідження показало, що на сьогоднішній день існують різні методи моніторингу НПС, які використовуються для попередження та ліквідації НС техногенного характеру. Але всі вони є вузькоспеціалізованими, направлені лише на вимірювання необхідних параметрів компонентів НПС для прийняття управлінських рішень.

На сьогоднішній день спостерігається відсутність методів моніторингу НПС в умовах НС техногенного характеру, які б дозволяли комплексно вирішувати відповідні задачі з точки зору теорії управління. Все це значно знижує ефективність управління щодо попередження та ліквідації відповідних НС.

Для подолання вищезазначеної проблеми автори розробили нові методи моніторингу НПС, які отримали назву ІТМ. В роботі представлено та описано їх типову структуру. Використання даних методів в умовах НС техногенного характеру дозволить значно зменшити час прийняття управлінських рішень, що збільшить ефективність ліквідації даної ситуації.

Подальший розвиток даної тематики автори вбачають в розробці ІТМ моніторингу відповідних компонентів НПС (повітря, водне середовище, ґрунт).

1. *Мастрюков Б.С.* Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие для вузов / Б.С. Мастрюков. – М.: Академия, 2003. – 336 с.
2. *Шоботов В.М.* Цивільна оборона: навчальний посібник / В.М. Шоботов. – вид. 2-ге, перероб. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 438 с.
3. *Сергеев В.С.* Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие для вузов / В.С. Сергеев. – М.: Академический Проект, 2004. – 429 с.
4. *Акимов В.А.* Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски / В.А. Акимов, В.Д. Новиков, Н.Н. Радаев. – М.: ЗАО ФИД, 2001. – 344 с.
5. *Кофф Г.Л.* Оценка последствий чрезвычайных ситуаций / Г.Л. Кофф, А.А. Гусев, Ю.Л. Воробьев. – М.: РЭФИА, 1997. – 364 с.
6. Реагування на виникнення надзвичайних ситуацій / під ред. С.О. Гур'єва / ІДУСЦЗ НУЦЗУ; УНПЦ ЕМД та МК. – Вінниця, 2010. – 412 с.
7. *Федотов А.В.* Анализ методов оценки и мониторинга эколого-экономических последствий чрезвычайных ситуаций / А.В. Федотов // Горный информационно-



- аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2008. – № 5. – С.194-198.
8. Горюноква А.А. Подходы и методы моделирования принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций / А.А. Горюноква // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 11. – С.267-275.
9. Коротинський П.А. Класифікація надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру / П.А. Коротинський // Надзвичайна ситуація. – 2004. – № 8. – С.8-11.
10. Горбунов С.В. Анализ технологий прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера / С.В. Горбунов, Ю.Д. Макиев, В.П. Малышев // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2011. – Т. 1. – № 1. – С.43-53.
11. Резников В.М. Перспективы развития системы мониторинга и разведки чрезвычайных ситуаций / В.М. Резников, С.А. Запорожец // Технологии гражданской безопасности. – 2004. – № 4. – С.92-97.
12. Попов О.О. Прогнозування аварійного ризику / О.О. Попов // Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист. – 2013. – № 6. – С.28-33.
13. Лисицкий Д.В. Концепция создания картографо-информационной системы для мониторинга и управления чрезвычайными ситуациями / Д.В. Лисицкий, А.А. Колесников, Е.В. Комиссарова // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. – 2014. – Т. 7. – С.34-41.
14. Яцишин А.В. Методи вимірювання параметрів навколишнього природного середовища / А.В. Яцишин, О.О. Попов, В.О. Артемчук // Вісник Національного технічного університету «ХП» Збірник наукових праць. Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – 2014. – №40(1083) – С.130-137.

*Поступила 1.02.2018р.*

УДК 519.711

С.Ф. Гончар, Київ

## **КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КІБЕРБЕЗПЕКОЮ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

**Abstract.** The concept of creating an automated control system for cyber security of critical infrastructure objects is proposed. The main functions and tasks of the automated system for managing cybersecurity of critical infrastructure objects are formulated.

### **Вступ**

Порушення функціонування об'єктів критичної інфраструктури держави може призвести до розвитку надзвичайних ситуацій, пов'язаних із травмуванням людей, екологічними катастрофами, спричиненням великого матеріального, фінансового, економічного збитку або масштабними