

Г. Г. Іщенко,
Національна академія державного управління при
Президентів України

АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ КРУПНИХ МІСТ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЛІНІЙНИХ МЕТОДІВ

Забезпечення безпеки є однією з найважливіших функцій центральних та місцевих органів влади. Державне будівництво передбачає через залучення механізмів розробки та реалізації ефективної політики щодо забезпечення національної безпеки має передбачати напрями та інструментарій протидії можливості проявів НС природно-техногенного характеру та мінімізації негативних наслідків тих, які виникли в минулому. Держава є чи не єдиним гарантом забезпечення природно-техногенної безпеки, здатним підтримувати шляхом встановлення та контролю за дотриманням відповідних норм стандартів критеріїв та правил, вимог і розпоряджень, прийнятний рівень природно-техногенної безпеки життєдіяльності свого населення. Сформована нормативна база у сфері природно-техногенної безпеки ставить перед державними органами управління завдання завчасного передбачення можливостей прояву НС та реалізації превентивних заходів щодо їх усунення та мінімізації негативного впливу; високої ефективності використання усіх наявних засобів для такої мінімізації; неухильності відповідальності громадян та особливо посадових осіб за дії, спрямовані на підвищення рівня безпеки; вільного доступу громадян до інформації щодо загроз населенню та територіям й заходів спрямованих на їх подолання; врахування відмінностей у рівнях природно-техногенної безпеки життєдіяльності населення за регіонами України, пов'язаними із особливостями їх природи та суспільного розвитку.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК З ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЗАВДАННЯМИ

Одним з найважливіших завдань щодо реалізації державної політики у сфері природно-техногенної безпеки є розробка та застосування ефективних методів аналізу та прогнозування природно-техногенної безпеки у системі державного управління. Нагальною проблемою в Україні є визначення та впровадження ефективних методів управління природно-техногенними ризиками, прийняття політичних рішень

в умовах суттєвої недостатності наукових даних [1, с. 128]. Без цього подолати вказані проблеми буде неможливо.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ, В ЯКИХ ЗАПОЧАТКОВАНО РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ

Дослідженням різних аспектів аналізу та прогнозування природно-техногенної безпеки України присвячено ряд наукових досліджень В. Барановського, У. Бейкера В. Болотіна, С. Волошина, А. Горева, Б. Данилишина, А. Качинського, В. Ковтуна, Н. Махутова, А. Степаненка, М. Хвесика, В. Шмандія та ін. В своїх публікаціях вони викладали основні положення безпекознавства, методик та методи досліджень природно-техногенної безпеки на рівні країни та її регіонів, здійснили аналіз стану екологічної безпеки в конкретних районах країни. Недостатньо висвітленими є аспекти застосування нелінійних методів аналізу та прогнозування природно-техногенної безпеки крупного міста.

Аналіз та прогнозування природно-техногенної безпеки крупних міст України мало на меті визначити напрями та здійснити апробацію застосування нелінійних методів її дослідження.

Було поставлено та вирішено наступні завдання: виявити напрями та особливості застосування нелінійних методів аналізу та прогнозування природно-техногенної безпеки крупного міста, апробувати їх застосування для типізації крупних міст за рівнем адекватності системи забезпечення безпеки існуючим загрозам та прогнозування загрози виникнення НС природно-техногенного походження у м. Києві у 2008—2012 рр.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Достатньо відчутним є вплив НС природно-техногенного характеру на розвиток світової економіки. Втрати, яких заважають НС, щорічно значно переважають темпи приросту валового внутрішнього продукту в світі. За прогнозами фахівців, найближчим часом сукупні збитки масштабних НС можуть досягнути критичної позначки і стати найсерйознішою загрозою суспільного розвитку.

Сталий розвиток України та її регіонів в сучасних умовах зазнає відчутного негативного впливу з боку природно-техногенних небезпек, які стримують підвищення рівня добробуту населення, загрожують збереженню та збільшенню національного капіталу та цінностей, ефективному функціонуванню державної влади та зміцненню авторитету держави на міжнародному рівні взаємовідносин.

В Україні проблема забезпечення структур державного управління якісною прогнозною інформацією зазнає перешкоджання дією ряду чинників. Серед них одним з основних є неузгодженість на різних рівнях системи збору та опрацювання масиву інформації що до стану природно-техногенної безпеки країни, регіонів, поселень об'єктів системи життєдіяльності. Це тісно пов'язано із системою моніторингу природно-техногенної безпеки в Україні. Він нині здійснюється різновідомчими, розрізненими осередками. Створення Координаційної ради з створення та функціонування Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань НС кардинально не покращило ситуацію. На неї покладено завдання забезпечити сумісність інформації щодо запобігання виникнення НС, ліквідації їх наслідків на основі використання єдиних принципів побудови баз даних, єдиної сертифікованої картографічної інформації (ГІС в першу чергу), класифікаторів й стандартів. Практика управління природно-техногенною безпекою продовжує констатувати труднощі, пов'язані із відсутністю єдиної системи збору інформації у сфері безпеки, ефективної методики збору та первинної обробки такої інформації, відомчих різночитань та неузгодженості.

Більш ефективною може бути державна політика у сфері природно-техногенної безпеки за умови розробки та реалізації у розрізі основних просторових елементів концентрації населення (як об'єкта на який спрямована негативна дія НС) та ОПН — крупних міських поселень. Головною її метою є досягнення у них прийнятного рівня безпеки життєдіяльності населення України. Її досягнення передбачає удосконалення механізму державного управління природно-техногенною безпекою, розбудови інфраструктури безпеки, концентрації ресурсів, необхідних для подолання НС та мінімізації їх наслідків. У розрізі управлінської практики реалізація мети передбачає проведення гнучкої податкової політики, удосконалення системи стратегічного бюджетного планування та фінансування відповідних заходів. Держава відповідає за розвиток науково-методичного забезпечення діяльності, спрямованої на зниження природно-техногенних НС у крупних містах, налагодження відповідних систем підготовки та перепідготовки спеціалістів у сфері безпеки.

Крупні міста України характеризують високорозвинута індустрія та значно змінена природа. У спадок від радянських часів крупним містам України залишилась система життєзабезпечення, слабо скерована на потреби конкретної особистості, яка є однією з найнебезпечніших серед міст Європи та світу щодо можливості прояву природних та техногенних надзвичайних ситуацій. Незавершеним залишається перехід на систему

державного управління на рівні крупного населеного пункту на засадах демократичного громадянського суспільства з верховенством закону. Поширеними явищами залишаються високий рівень безробіття у великих містах України, нехтування вимог безпеки, застарілі та небезпечні технології, владна безвідповідальність на усіх рівнях, зниження рівня культури праці та інші чинники, які сприяють виникненню надзвичайних ситуацій та знижують ступінь готовності населення, відповідних структур та організацій до мінімізації їх наслідків. ОПН у господарській структурі великих міст залишаються базовими, дотичними до усіх видів людської діяльності, визначають рівень поступу НТП, основні напрями їх загального розвитку.

Адекватне потребам розвитку великого міста в умовах загострення ризиків прояву природно-техногенних небезпек прийняття управлінських рішень базується, у першу чергу, на визначенні прогнозних значень ризику виникнення НС. На сьогодні найбільш вживаними методами наукового прогнозу ризику виникнення НС є методи теорії надійності та методи нелінійного прогнозування. Перший підхід виходить з того, що оцінка міри ризику прояву НС природного чи техногенного характеру пов'язана із завданням прогнозування показників надійності функціонування міських систем життєдіяльності. Особливості функціонування цих систем та їх складність обумовлюють необхідність прогнозування міри небезпечності конкретних об'єктів природних і техногенних небезпек — конкретний ризик виникнення НС. Таке завдання може бути виконане лише за умови створення та функціонування спеціальної комісії з прогнозування природно-техногенної безпеки життєдіяльності населення в межах конкретних великих міст, їх районів та конкретних ОПН у складі спеціалістів-експертів та представників відповідних місцевих органів влади. У науковій літературі методика та методи оцінки ризику аварій з використанням моделей теорії надійності (моделі високонадійних систем, моделі старіючої системи), прогнозування аварій базовані на елементарній статистиці та дискретному розподілі Пуассона, що часто використовується і ґрунтовно описані [2].

Застосування нелінійних методів у дослідженнях природно-техногенної безпеки, як і інших складових національної безпеки, не знайшли ще достатнього рівня застосування. Між тим вони більш відповідають аналізу процесів з істотним рівнем невизначеності. До таких процесів належить забезпечення безпеки життєдіяльності населення, пов'язане із необхідністю реагування на суттєвий ризик, що супроводжує прийняття управлінських рішень. У ряді окремих випадків традиційні методи аналізу цього ризику виявляються неспроможними, тому що вони орієнтуються на традиційний тип невизначеності, пов'язаний з поведінкою однотипних об'єктів з незмінними властивостями. Пов'язаний з такою невизначеністю ризику порівняно легко оцінюється на базі зазначених методів теорії ймовірностей. Однак у більшості випадків безпека життєдіяльності населення та ризику НС характеризуються статистичними вибірками з генеральної сукупності, які не мають властивості

статистичної однорідності, а випадкові процеси не мають постійних параметрів, так що ніякі статистичні гіпотези про вид зазначених процесів підтверджені бути не можуть. За умови недостатності наявних наукових методів для керування безпекою життєдіяльності дослідники налаштовані на розробку принципово нової теорії керування системами забезпечення природно-техногенної безпеки, що функціонують в умовах істотної невизначеності.

Забезпечення природно-техногенної безпеки життєдіяльності населення великого міста є відкритою управлінською системою, функціонування якої визначається впливом великої кількості об'єктивних і суб'єктивних чинників. Динаміка показників, які характеризують їх стан (кількість НС, ОПН, збитки тощо), володіє як довгостроковими тенденціями, так і характерними локальними за часом властивостями.

Характерні властивості динамічних систем, такі як і наявність аттрактора і його фрактальні властивості, є ознакою існування самоподібності в поведінці динамічної системи. На підставі цього актуальним стало використання інструментарію нейронних мереж як тих, яких навчають, систем [5].

Для дослідження нелінійних залежностей багатьма напрямками наукових досліджень широко використовуються нейромережеві методи.

Нейромережа — це сукупність процесорних елементів (нейронів) із певним чином упорядкованими та зваженими зв'язками між ними (синапсами). Вхідні сигнали, проходячи через синапси, змінюють свою силу пропорційно ваговим коефіцієнтам, сумуються і далі через нелінійний перетворювач (т. зв. функція активації) подаються на вихід. Вага — це внесок кожного нейрона у кінцевий результат. Головна перевага нейромережевих методів — це відсутність потреби у строгой математичній специфікації моделі. Базовою інформацією для побудови нейромереж може бути набір показників у розрізі, часових відрізків (вхідні вектори).

Для прогнозування найчастіше використовують одно- та багатошарові за типом нейромережі. Основним перед етапом прогнозу нелінійних процесів методом нейромережі є її навчання, що передбачає ітераційний підбір вагових коефіцієнтів таким чином, щоб мережа забезпечувала необхідний рівень точності розрахунків. Якість навчання нейромережі залежить від кількості прикладів у навчальній вибірці та їх репрезентативності, несперечливості, здатності відображати кризові явища, стадії.

Навчання нейромережі як ітераційний процес передбачає послідовне виконання схожих за змістом процедур — циклів. Для навчання мережі використовуються спеціальні алгоритми, найпоширеніші з яких, — градієнтні методи навчання, що передбачають мінімізацію середньоквадратичного відхилення поточних значень виходів мережі від потрібних. У процесі навчання величина помилок (сума квадратів помилок за всіма входами) поступово зменшується. Результат навчання візуалізується у вигляді графа нейромережі, який відображає її структуру, зв'язки між нейронами та їх вагові коефіцієнти.

Використання нейромереж з метою прогнозування ризику НС, по суті, є

продовженням на майбутнє виявлених нелінійних закономірностей зміни у часі кількості проявів НС у минулому (побудова одношарових перцептронів).

Одним з різновидів нейромереж є карти самоорганізації, що дозволяють здійснювати багатовимірну кластеризацію об'єктів дослідження. Карти самоорганізації мають декілька відмінностей від звичайних методів кластеризації — дозволяють аналізувати нелінійні залежності, результат навчання нейромережі залежить лише від вхідних даних; усі нейрони впорядковуються у певну структуру [3].

Побудуємо карти самоорганізації Кохонена з метою визначення пріоритетності взаємовпливів основних параметрів, які визначають стан природно-техногенної безпеки великих міст та їх відповідної кластеризації. Таким чином, входами отриманої моделі навчальної нейромережі будуть індикатори стану природно-техногенної безпеки обраних великих міст України, а виходом — тип міст за рівнем адекватності системи забезпечення безпеки існуючих загроз.

Із кожного кластеру обирається нейрон-переможець, що має найвищий рівень подібності до вхідних векторів і визначає тип кластеру. Ступінь подібності обраховується як евклідова відстань між багатовимірними векторами (вхідним вектором та вектором нейрона). Після визначення нейрона-переможця коригуються вагові коефіцієнти й інших нейронів карти.

Унаочнення виділених кластерів відбувається через побудову двовимірних карт самоорганізації, комірки яких розфарбовуються різними кольорами відповідно до їх приналежності певному кластеру. За картою або табличною інформацією для кожного прикладу визначається номер комірки карти (до якої він включений), номер кластеру (до якого входить відповідна комірка), а також відстані до центра комірки та кластеру, середньоквадратична помилка невідповідності реальних значень та значень, обраних за картою. Колір їх комірок відповідає відстаням між ваговими коефіцієнтами відповідного нейрона та його сусідів. Сукупність таких карт формує атлас, що є основою для виявлення зв'язків між базовими показниками, аналізу відповідних закономірностей [3].

Відповідні обчислення та побудови карт самоорганізації Кохонена (рис. 1) було зроблено нами з використанням програмного забезпечення Deductor 4.3.

Розроблені карти самоорганізації відображають значну міру визначеності випадків прояву масштабних НС в межах великих міст від рівня концентрації у їх межах ОПН, дію близьких чинників характеризує розподіл у кластерах частки проявів НС та накопичених промислових відходів у межах міських територій. Натомість такі показники, як вартість основних фондів ОПН, їх частка із більше ніж одним видом небезпек слабо впливають на частоту проявів масштабних НС природно-техногенного характеру в межах обраних для дослідження великих міст України.

На особливу увагу заслуговує те, що у значній мірі не узгоджені небезпека прояву НС виражена частотою їх прояву та забезпеченість міст людським резервом для боротьби з негативними наслідками НС. Кластеру із

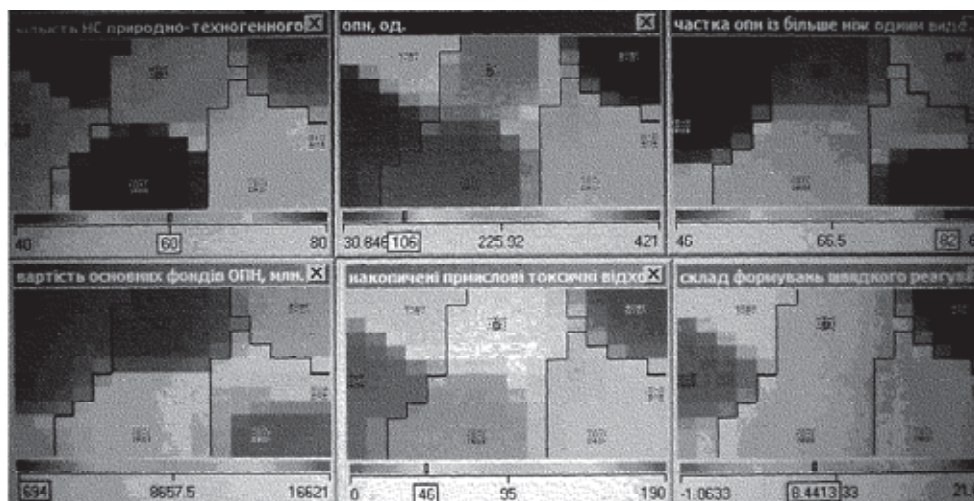


Рис. 1. Типізація обраних крупних міст України за рівнем адекватності системи забезпечення безпеки існуючим загрозам

високою та середньою частотою прояві у НС відповідає середній та низький рівень залученого для попередження та протидії НС людський потенціал. Відповідно отриманим результатам до цього типу міст за рівнем адекватності системи забезпечення безпеки належать Донецьк та Дніпропетровськ.

Кластеру із середньою та низькою частотою прояві у НС відповідає низький рівень залученого для попередження та протидії НС людський потенціал. Відповідно отриманим результатам до цього типу міст за рівнем адекватності системи забезпечення безпеки належать Одеса та Львів.

Кластеру із вищим за середній рівнем частоти прояву НС, кількості ОПН, накопичених токсичних промислових відходів відповідає вищий за середній рівень залученого для попередження та протидії НС людський потенціал. Відповідно отриманим результатам до цього типу міст за рівнем адекватності системи забезпечення безпеки належить Харків.

Останньому кластеру притаманний найвищий рівень характеризованих ознак. Тобто до певної міри високий рівень природно-техногенних загроз

нівелюється високим рівнем готовності оперативно протидіяти проявам масштабних НС. Відповідно отриманим результатам до цього типу міст за рівнем адекватності системи забезпечення безпеки належить Київ.

Розкривають усю гамму взаємозалежності та взаємовпливів формалізованого через систему показників середовища формування та накопичення загроз природно-техногенній безпеці крупного міста та системи забезпечення безпеки життєдіяльності населення, що є умовою прийняття обґрунтованих та виважених управлінських рішень у сфері забезпечення природно-техногенної безпеки.

Для прогнозування загрози виникнення НС природно-техногенного походження у м. Києві у 2008—2012 рр., виходячи із статистики їх проявів у 2000—2007 рр., скористаємось способом прогнозування часового ряду. Опрацювання вибірки даних та необхідні розрахунки здійснено з використанням програмного забезпечення Deductor 4.3. (рис. 2).

Здійснений прогноз на прикладі міста Києва свідчить про те, що в найближчий період часу у крупних містах України загроза виникнення НС при-

родно-техногенного характеру зростає.

На нашу думку, найбільш дієвими напрямками впливу, спрямованого на зниження загрози їх виникнення за сучасних умов розвитку населених пунктів цього типу в Україні, є організаційно-управлінські заходи.

Використані підходи та отримані результати мають істотне значення для досягнення тактичних завдань системи управління у сфері забезпечення безпеки на рівні крупного міста. Існує гостра потреба у розробці та впровадженні цільової комплексної програми заходів, спрямованих на зниження ризику НС у столиці України.

Така програма мала б передбачати наукове обґрунтування та комплексну експертизу об'єктів та джерел природних і техногенних небезпек, проведення їх паспортизації, налагодження системи моніторингу небезпечних об'єктів. Програма має передбачити проведення комплексу превентивних заходів для попередження прояву та розвитку небезпечних природних явищ. Важливою складовою програми має стати також забезпечення найбільш раціональних дій населення та відповідних служб в умовах НС, забезпечення міста матеріальними, фінансовими та людськими резервами, які залучалися б до попередження НС та мінімізації впливу їх негативних наслідків. Важливим є забезпечення формування відповідної потреби забезпечення безпеки мислення керівників ОПН, представників міського управління шляхом впровадження спеціальних курсів належної підготовки нових управлінських кадрів та фахівців у галузі безпеки життєдіяльності.

ВИСНОВКИ

1. Забезпечення природно-техногенної безпеки крупного міста є відкритою управлінською системою, функціонування якої визначається впливом великої кількості об'єктивних і суб'єктивних чинників, для якої характерне існування самоподібності в поведженні динамічної системи, що визначає ефективність застосування нелінійних методів аналізу її стану та прогнозування розвитку.

2. Отримані результати типізації крупних міст України та прогнозу НС у м. Києві розкривають можливості для корегування основних напрямів розробки та реалізації стратегії забезпечення природно-техногенної безпеки життєдіяльності населення м. Києва та інших крупних міст України: діагностика загроз, їх прогноз, планування заходів із забезпечення безпеки тощо.

Література:

1. Социальные проблемы экологии и техногенного риска: Реферативный сборник / В.А. Кальнова и др. (отв. ред.-сост.) РАН. — М., 1991. — 184 с.
2. Методика оценки риска аварий методами теории надёжности // Кн. 2. Аварии и катастрофы. Предупреждения и ликвидация последствий. — М.: Из-во АСВ, 1996. — С. 180—194.
3. Kohonen T. Self-Organizing Maps. — Springer, 1997.

Стаття надійшла до редакції 02.06.2009 р.

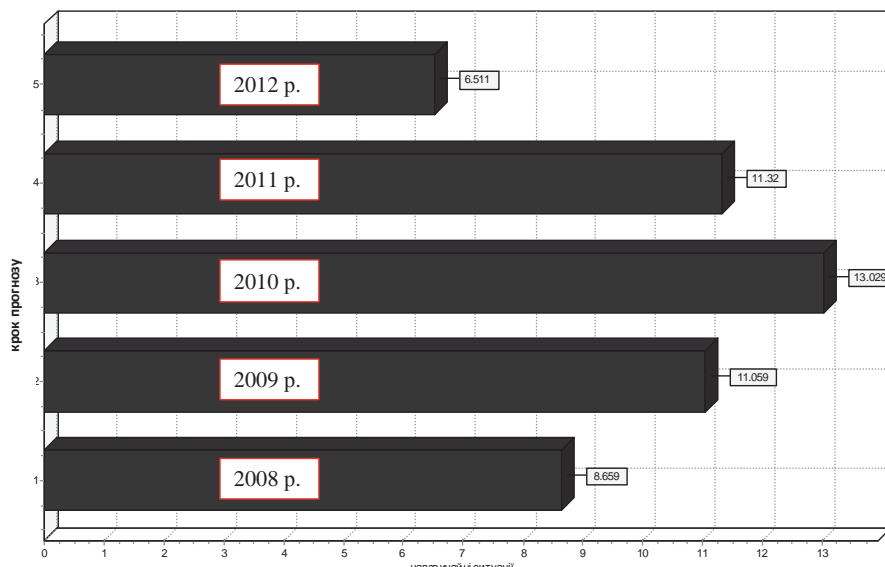


Рис. 2. Прогноз виникнення надзвичайних ситуацій природно-техногенного походження у м. Києві у 2008—2012 рр.