

УДК 528.92/94:528.92:65.011.56

Е. О. КОЧАНОВ, канд. військ. наук, **М. О. СОЛОХА**, канд. геогр. наук
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ВІД ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ТЕРИТОРІЇ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Проблеми екологічної безпеки, як складової загальної системи національної безпеки, визначає стан захищеності особи, суспільства, держави від несприятливого впливу довкілля, зумовленого природними та антропогенними чинниками, надзвичайно високим техногенним навантаженням на територію України. В якості експертної оцінки екологічних ризиків запропоновано комп'ютерну програму визначення показників хімічного зараження на підставі розробленої математичної моделі розповсюдження отруйних речовин в приземному шарі атмосфери

Ключові слова: надзвичайна ситуація, експертна система, моделювання атмосферних процесів

Kochanov E., Solokha M. CONSULTING MODEL OF ESTIMATION OF ECOLOGICAL RISKS OF POTENTIALLY DANGEROUS OBJECTS ON TERRITORY OF KHARKOV AREA

As a making general system of national safety, the state of protected of man of society, states, determines the problems of ecological safety from unfavorable influence of environment, predefined natural and anthropogenic factors, extraordinarily high technogenic loading on territory of Ukraine. As an expert estimation of ecological risks the computer program of determination of indexes of chemical infection is offered on the basis of the developed mathematical model of distribution of poisonous matters in the ground layer of atmosphere.

Keywords: extraordinary situation, consulting model, design of atmospheric processes

Кочанов Э. А., Солоха М. А. ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ОТ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Проблемы экологической безопасности, как составляющей общей системы национальной безопасности, определяет состояние защищенности человека общества, государства от неблагоприятного влияния окружающей среды, предопределенного естественными и антропогенными факторами, чрезвычайно высокой техногенной нагрузкой на территории Украины. В качестве экспертной оценки экологических рисков предложена компьютерная программа определения показателей химического заражения на основании разработанной математической модели распространения ядовитых веществ в приземном слое атмосферы.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, экспертная система, моделирование атмосферных процессов

Постановка проблеми. Надзвичайні ситуації на небезпечних об'єктах і техногенні катастрофи в умовах постіндустріального суспільства – один із ключових викликів сучасності.

Необхідно формально визначити дві згадані категорії об'єктів. Потенційно небезпечні об'єкти (ПНО) – це об'єкти, де зосереджена більша концентрація енергії або небезпечних речовин, і аварії на них можуть бути джерелами виникнення надзвичайних ситуацій. Порушення ж функціонування критично важливих об'єктів може негативно позначитися на економічних, соціальних і військових аспектах функціонування держави.

У цей час вживаються зусилля зі створення ефективних національних і міжнародних механізмів по оперативному оповіщенню й реагуванню у випадку виникнення (або потенційної небезпеки) інцидентів на критично важливих й потенційно небезпечних об'єктах [10, 11].

Одним зі способів задовольнити високі вимоги до оперативності і якості прийнятих у критичних ситуаціях рішень є використання автоматизованих систем підтримки прийняття рішень (СППР). При цьому необхідно, щоб у СППР була реалізована наступна функціональність: 1) обробка важко формалізованої, нечіткої й неповної вхідної інформації про критичні ситуації, 2) нагромадження знань про критичні ситуації, що колись мали місце, з метою використання досвіду в подоланні надзвичайних ситуацій, 3) зручність роботи з великими масивами даних, можливість узагальнення різномірної інформації про надзвичайні ситуації й високошвидкісного доступу до неї.

На відміну від СППР експертні системи дозволяють: працювати з великими масивами даних у базі знань і зі слабо формалізованою інформацією; швидко адаптовуватися до нової предметної області за рахунок

використання для опису вихідних даних універсальної схеми «ознака-значення»; адаптовуватися до зміни поточної обстановки процесів формування правил класифікації обстановки й алгоритму висновку керуючого рішення, об'єктність бази знань і кросс-платформеність.

Аналіз останніх досліджень й публікацій. Експертні системи (ЕС) виникли як значний практичний результат у застосуванні й розвитку методів штучного інтелекту – сукупності наукових дисциплін, що вивчають методи рішення завдань інтелектуального (творчого) характеру з використанням ЕОМ.

Експертні системи – це набір програм, що виконує функції експерта у разі рішенні завдань із деякої предметної області. ЕС видають поради, проводять аналіз, дають консультації, ставлять діагноз. Практичне застосування ЕС на підприємствах сприяє ефективності роботи й підвищенню кваліфікації фахівців [9].

Головною гідністю експертних систем є можливість нагромадження знань і збереження їх тривалий час. На відміну від людини до будь-якої інформації експертні системи підходять об'єктивно, що поліпшує якість проведеної експертизи. При рішенні завдань, що вимагають обробки великого обсягу знань, можливість виникнення помилки у разі переборі дуже мала.

Основними відмінностями експертних систем від інших програмних продуктів є використання не тільки даних, але й знань, а також спеціального механізму прийняття рішень і нових знань на основі існуючих. Знання в ЕС представляються в такій формі, яка може бути легко оброблена на ЕОМ. В ЕС відомий алгоритм обробки знань, а не алгоритм рішення завдання.

Області застосування систем, заснованих на знаннях, можуть бути згруповані в кілька основних класів: медична діагностика, контроль і керування, діагностика несправностей у механічних і електричних обладнаннях, навчання.

Існує ряд прикладних завдань, які вирішуються за допомогою систем, заснованих на знаннях, більш успішно, ніж будь-якими іншими засобами.

Мета – розробка експертної системи оцінки екологічних ризиків від ПНО Харківської області.

Виклад основного матеріалу дослідження. Мета експертної системи – вивести деякий факт, який називається цільовим твердженням (тобто в результаті застосування правил добитися того, щоб цей факт був включений у робочу множину), або спростувати цей факт (тобто переконатися, що його вивести неможливо, отже, у разі даному рівні знань системи він є неправильним). Цільове твердження може бути або “закладене” заздалегідь у базу знань системи, або вибирається системою з діалогу із користувачем.

Робота системи являє собою послідовність кроків, на кожному з яких з бази вибирається деяке правило, яке застосовується до поточного вмісту робочої множини. Цикл закінчується, коли виведене або спростоване цільове твердження. Цикл роботи експертної системи інакше називається логічним висновком. Логічний висновок може відбуватися багатьма способами, з яких найпоширеніші – прямий порядок висновку й зворотний порядок висновку.

Прямий порядок висновку – від фактів, які перебувають у робочій множини, до висновку. Якщо такий висновок вдається знайти, то воно заноситься в робочу множину. Прямий висновок часто називають висновком, керованим даними.

Типова статична експертна система складається з наступних основних компонентів [10]:

- вирішувача (інтерпретатора);
- робочої пам'яті (РП), яка називається також базою даних (БД);
- бази знань (БЗ);
- компонентів придбання знань;
- пояснювального компонента;
- діалогового компонента.

База даних (робоча пам'ять) призначена для зберігання вихідних і проміжних даних завдання, що розв'язується в теперішній момент. Цей термін збігається за назвою, але не за змістом, який використовується в інформаційно-пошукових системах (ІПС) і системах керування базами даних (СКБД) для по-

значення всіх даних (у першу чергу довгострокових), що зберігаються у системі.

База знань (БЗ) в експертній системі призначена для зберігання довгострокових даних, що описують розглянуту область (а не поточних даних), і правил, що описують доцільні перетворення даних цієї області.

Вирішувач, використовує вихідні дані з робочої пам'яті й знання із БЗ, формує таку послідовність правил, які, будучи застосованими до вихідних даних, приводять до рішення завдання.

Компонент придбання знань автоматизує процес наповнення ЕС знаннями, здійснюваний користувачем-експертом.

Пояснювальний компонент пояснює, як система одержала рішення завдання (або чому вона не одержала рішення) і які знання вона у разі цього використовувала, що полегшує експертові тестування системи й підвищує довіру користувача до отриманого результату.

Розробка експертної системи має істотні відмінності від розробки звичайного програмного продукту. Досвід створення ЕС показав, що використання у разі їхньої розробки методології, прийнятої в традиційнім програмуванні, або надмірно затягує процес створення ЕС, або взагалі приводить до негативного результату.

Використання ЕС доцільно тільки тоді, коли розробка ЕС можлива, і методи інженерії знань відповідають завданню, що розв'язується. Щоб розробка ЕС була можливою, необхідно одночасне виконання наступних вимог:

1) існують експерти в даній області, які вирішують завдання значно краще, чим починаючі фахівці;

2) експерти сходяться в оцінці пропонованого рішення, інакше не можна буде оцінити якість розробленої експертної системи;

3) експерти здатні вербалізувати (виразити природньою мовою) і пояснити використовувані ними методи, а якщо ні, то важко розраховувати на те, що знання експертів будуть "витягнуті" і вкладені в експертної системі;

4) рішення завдання вимагає тільки міркувань, а не дій;

5) завдання не повинно бути занадто важким (тобто її рішення повинні займати в експерта кілька годин або днів, а не тижнів);

6) завдання хоча й не повинно бути виражено у формальному виді, але все-таки повинно ставитися до досить "зрозумілої" і структурованої області, тобто повинні бути виділені основні поняття, відносини й відомі (хоча б експертові) способи одержання рішення завдання;

7) рішення завдання не повинний у значній мірі використовувати «здоровий глузд» (тобто широкий спектр загальних відомостей про світ і про спосіб його функціонування, які знає й уміє використовувати будь-яка нормальна людина), тому що подібні знання поки не вдається (у достатній кількості) вкласти в системи штучного інтелекту.

У ході робіт зі створення ЕС зложилася певна технологія їх розробки, що включає шість наступних етапів: ідентифікацію, концептуалізацію, формалізацію, виконання, тестування, досвідчену експлуатацію. На етапі ідентифікації визначаються завдання, які підлягають рішенню, виявляється мета розробки, визначаються експерти й типи користувачів.

При розробці ЕС, як правило, використовується концепція "швидкого прототипу". Суть цієї концепції полягає в тому, що на початковому етапі створюється прототип (прототипи) ЕС. Прототипи повинні задовольняти двом суперечливим вимогам: з одного боку, вони повинні вирішувати типові завдання конкретного продукту, а з іншого — час і трудомісткість їх розробки повинні бути досить незначні, щоб можна було максимально спростити процес нагромадження й налагодження знань (здійснюваний експертом) із процесом вибору (розробки) програмних засобів (здійснюваним інженером по знаннях і програмістом). Для задоволення зазначеним вимогам, у разі створення прототипу використовуються різноманітні засоби, що прискорюють процес проектування.

Прототип повинен продемонструвати придатність методів інженерії знань для даного продукту. При невдачі може знадобитися розробка нового прототипу або розроблювачі можуть дійти висновку про непридатність методів ЕС для даного продукту. У мірі збільшення знань прототип може досягнути

такого стану, коли він успішно вирішує всі завдання даного продукту. Перетворення прототипу ЕС у кінцевий продукт звичайно приводить до перепрограмування ЕС на мовах низького рівня, що забезпечують як збільшення швидкодії ЕС, так і зменшення необхідної пам'яті. Трудомісткість і час створення ЕС у значній мірі залежать від типу використовуваного інструментарію.

Одним з головних завдань експертної системи – є можливість проведення оцінки безпеки у разі викиду отруйних речовин тобто оцінки хімічної обстановки безпосередньо в межах підприємства та місцевості поблизу. Під хімічною обстановкою розуміють масштаби й ступінь зараження навколишнього середовища отруйними речовинами [26, 27].

При проведенні моніторингу хімічної обстановки методом прогнозування визначаються значення наступних груп показників:

- 1) масштабів хімічного зараження.
- 2) тривалості хімічного зараження.
- 3) безпеки хімічного зараження.

При визначенні значень показників масштабів хімічного зараження вирішується завдання визначення розмірів району аварії, зон хімічного зараження й відображення їх на карті.

При визначенні значень показників тривалості хімічного зараження вирішуються наступні завдання:

- визначення часу підходу хмари отруйних речовин до об'єктів;
- визначення тривалості вражаючого дії отруйних речовин.

При визначенні значень показників безпеки хімічного зараження визначають кількість уражених серед персоналу об'єкта й населення.

Для розробки експертної системи необхідно розглянути процеси, що відбуваються в ході аварії потенційно небезпечного об'єкта, для чого використовуємо сукупність існуючих математичних моделей, що описують:

- 1) джерело зараження;
- 2) атмосферну дифузію домішок;
- 3) впливу отруйних речовин на людину.

Експертна оцінка хімічної обстановки у разі аварії ПНО повинна проводитися у разі в три етапи:

- 1) завчасна оцінка, методом прогнозу – до аварії ПНО;

- 2) попередня оцінка, методом прогнозу – у разі аварії ПНО;

- 3) поточна оцінка за фактичним даними – після аварії ПНО, з метою уточнення даних про хімічне зараження.

У випадку аварії ПНО рішення експерта буде залежати від кількості уражених серед персоналу й населення, що викликає необхідність оцінки хімічної обстановки.

Попереднім етапом розробки відповідної експертної системи у разі аварії ПНО, є побудова моделі процесу виникнення хімічного зараження.

Метою моделювання є:

- 1) оцінка значень показників хімічного зараження повітряного середовища у разі аварії ПНО;

- 2) рекомендації зі зменшення впливу небезпечних речовин на персонал і населення.

Сформулюємо постановку моделі необхідної для оцінки очікуваних хімічних отруєнь персоналу й населення у разі аварії ПНО.

У випадку аварії ПНО первинна хмара утворюється в результаті майже миттєвого випару отруйних речовин зі зруйнованої ємності за рахунок надлишкового тиску насичених парів отруйних речовин в ємності (дросельний ефект). Вторинна хмара утворюється в результаті випару отруйних речовин з поверхні дзеркала розливу. Процес випару отруйних речовин з поверхні дзеркала розливу триває протягом тривалого часу. Показники масштабів, тривалості й безпеки хімічного зараження є основними його характеристиками.

Показники масштабів хімічного зараження визначаються:

- 1) радіусом ($R_{\text{роз}}$) і площею ($S_{\text{роз}}$) району аварії;

- 2) глибиною (G_1) і площею (S_1) зони поширення первинної хмари отруйними речовинами;

- 3) глибиною (G_2) і площею (S_2) зони поширення вторинної хмари отруйними речовинами.

Під глибиною зараження розуміють максимальну довжину відповідної площі зараження за межами району аварії, а під глибиною поширення – максимальну довжину зони поширення первинної або вторинної хмари отруйних речовин. Під зоною поширення розуміється площа хімічного зараження повітря за межами району аварії, яка створю-

ється в результаті поширення хмар отруйних речовин за напрямком вітру. У всіх випадках глибина хімічного зараження й поширення вимірюється за напрямком вітру від підвітряної границі району аварії [8].

Показники тривалості хімічного зараження визначаються:

1) часом випару отруйних речовин з поверхні дзеркала розливу ($\tau_{\text{вип}}$);

2) часом підходу хмари отруйними речовинами до об'єкту (t_n).

Показники небезпеки хімічного зараження оцінюються можливими хімічними втратами персоналу й населення в зонах хімічного зараження. Основною токсикологічною характеристикою отруйних речовин є інгаляційна токсична доза. Інгаляційна токсична доза – це кількісна характеристика токсичності отруйних речовин, відповідна до певного ефекту ураження, $[г/м^3]$.

У складі гіпотез, що характеризують особливості розглянутого процесу, можна виділити наступне:

1. Умови формування первинної й вторинної хмари отруйних речовин різні. Виходячи з умов формування хмар отруйних речовин, слід розглядати джерело зараження для первинної хмари, як миттєвий точковий, а для вторинної хмари, як безперервний точковий.

2. Умови поширення хмари повітря, що заражене отруйними речовинами характеризуються за наступними ознаками. По-перше, ця відстань, на якій слід розглядати вражаючу дію отруйних речовин. Для хмар повітря заражених отруйними речовинами ця відстань становить кілька кілометрів. По-друге, це висота, на якій поширюються хмари отруйних речовин. Первинна й вторинна хмари поширюються на висоті не більш ста п'ятдесяти метрів. Прийнято вважати, що у випадку ізотропної дифузії перенос речовин здійснюється горизонтальною складовою вітру в напрямку осі OX , або іншими словами приземним вітром.

Інтерпретатор експертної системи оцінки екологічних ризиків від потенційно небезпечних розробляється у вигляді методики оцінки хімічної обстановки. Методика оцінки хімічної обстановки – це послідовність дій для одержання значень показників хімічного зараження. У загальному виді роботу експертної системи оцінки екологічних ри-

зиків у разі аварії ПНО можна представити у вигляді алгоритму, представленого на рис. 1.

Вихідними даними для розрахунків за методикою оцінки хімічної обстановки у разі аварії ПНО є:

1. Основні характеристики об'єкта аварії:

Q – кількість отруйних речовин, $[кг]$;

T_a – астрономічний час аварії ПНО, $[год.]$;

X_1, Y_1 – прямокутні координати ПНО, $[град.]$;

x, y – полярні координати ПНО й об'єкта оцінки обстановки, $[м]$;

h – висота обвалування, $[м]$;

C_v – питома теплоємність рідких отруйних речовин, $[кДж/кг \cdot град]$;

T – температура рідкого отруйних речовин, $[°K]$;

T_k – температура кипіння отруйних речовин, $[°K]$;

λ – питома теплота випару отруйних речовин, $[кДж/кг]$;

t – час минулий після аварії ПНО, $[год.]$.

2. Метеорологічні дані:

u – швидкість вітру в приземному шарі атмосфери, $[м/с]$;

A° – азимут вітру щодо кілометрової сітки, $[град.]$;

α – середня величина кута миттєвого відхилення вітру від горизонтальної складової, $[град.]$;

t_v – температура повітря, $[°C]$;

S_1 – тип інтенсивності опадів: відсутні, імга, слабкий снігопад, слабкий дощ, снігопад, сильний дощ, сильний снігопад;

Obl – рівень хмарності: відсутня, середня, суцільна;

DN – час доби: день, ніч;

z_0 – середня висота шорсткості для різних поверхонь, тобто геометричний параметр, пропорційний середньої висоті елементів нерівностей земної поверхні, $[м]$;

Tr – тип ландшафту: водоймище, сільськогосподарський ландшафт, міська забудова (лісовий масив).

3. Відомості про персонал і населення, що проживає поблизу ПНО:

X_2, Y_2 – прямокутні координати досліджуваного об'єкта, $[град.]$;

TP – тип протигаза.

Усі вихідні дані можуть бути отримані за допомогою засобів виміру.

Значення показників хімічного зараження визначаються в ході реалізації алгоритму, представленого на рис. 1.

При розрахунках показників хімічного зараження по запиту програми вводяться наступні групи вихідних даних.

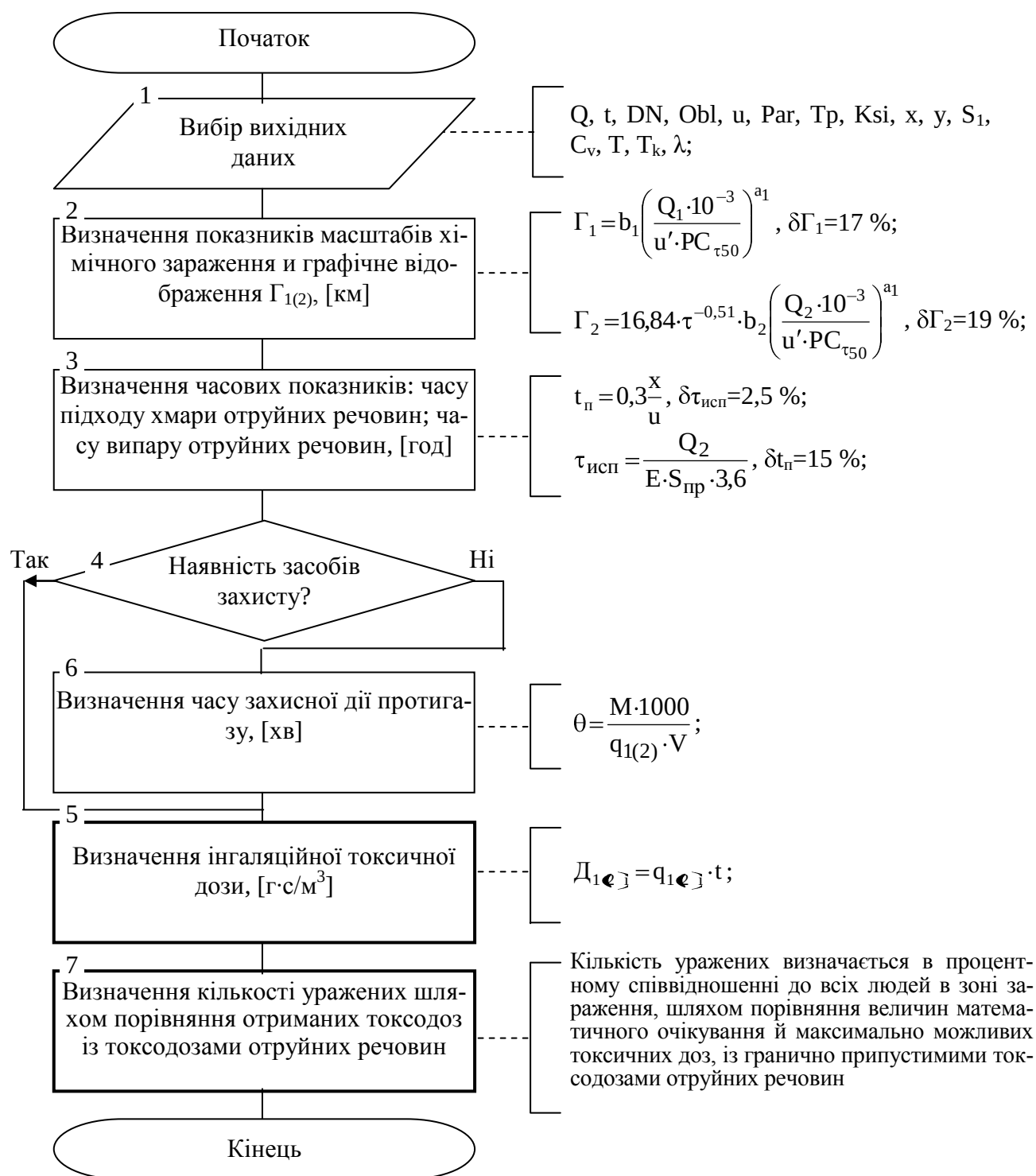


Рис. 1 – Алгоритм роботи експертної системи у разі аварії ПНО

У програмі по запиту оператора передбачений вибір одного з типів координат об'єкта оцінки обстановки: прямокутних або полярних. При роботі з полярними координатами

вводиться відстань від ПНО до об'єкта по осі OX і відстані по осі OY .

При проведенні оцінки хімічної обстановки по запиту програми оператор у діалогові

вікні вибирає тип фільтруючих протигазів, які є у персоналу.

Далі програма автоматично розраховує значення показників хімічного зараження. Фо-

рмуляри комп'ютерних програм для розрахунків значень показників хімічного зараження у разі аварії ПНО наведені на рис. 2 – 4.

РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ХІМІЧНОГО ЗАРАЖЕННЯ

КІЛЬКІСТЬ СДОР т ТИП СДОР ШВИДКІСТЬ ВІТРУ м/сек

АСТРОНОМІЧНИЙ ЧАС РУЙНУВАННЯ год КУТ ВІДХИЛЕННЯ ВІТРУ град

ЧАС ДОБИ ЧАС ПІСЛЯ РУЙНУВАННЯ год

ХМАРНІСТЬ ВДЕНЬ КООРДИНАТИ

коорд. X емкості км коорд. X об'єкту км напрям вітру

коорд. Y емкості км коорд. Y об'єкту км град

ТИП ЛАНДШАФТУ

ТИП ПОВЕРХНІ

ОПАДИ ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ °C

ПОДДОН Є ? ВИСОТА ПОДДОНУ м

ДІАМЕТР ПРОЛІВУ км

ПЛОЩА ПРОЛІВУ кв. км

Категорія вертикальної стійкості

РІШЕННЯ

Рис. 2 – Формуляр для вводу вихідних даних, розрахунків категорії вертикальної стійкості атмосфери, значень показників масштабів хімічного зараження

ПЕРВИННА ХМАРА

КІЛЬКІСТЬ СДОР т

ГЛИБИНА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ км

ПЛОЩА ЗАРАЖЕННЯ км

ЦЕНТРАЛЬНИЙ КУТ град

ВТОРИННА ХМАРА

КІЛЬКІСТЬ СДОР т

ГЛИБИНА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ км

ПЛОЩА ЗАРАЖЕННЯ км

ЦЕНТРАЛЬНИЙ КУТ град

ЧАС ВИПАРУ З ПОДДОНУ хв

<< >>

Рис. 3 – Формуляр для розрахунків значень показників масштабів хімічного зараження й часу випару отруйних речовин з поверхні дзеркала розливу

Рис. 4 – Формуляр для розрахунків значень показників небезпеки хімічного зараження

Експертна система містить у собі модуль нагромадження й керування знаннями експертів і модуль нечіткого висновку [9, 10].

Основна вимога до модуля нагромадження й керування знаннями експертів – можливість його легкого практичного використання фахівцем, не знайомим з мовами програмування й складними інформаційними технологіями. У той же час, даний модуль повинен забезпечити можливість якісного формування гнучкої бази знань відповідно до потреб розв'язуваного завдання. Знання, що закладаються користувачем у даному модулі, зберігаються в згаданій базі даних, що дозволяє зберігати й маніпулювати нечіткими знаннями. Важливо відзначити, що на відміну від існуючих аналогів розроблена база даних не тільки оперує нечіткими даними, але й має нечітку структуру, що адаптується залежно від структури знань [10].

У якості базового механізму висновку для прийняття рішень використовувалося дерево рішень. При цьому вузли дерева – значення характеристик, критичних при виникненні загроз, а класи – категорії загроз. Кожному класу відповідає послідовність керуючих дій, спрямованих на збереження нормального режиму функціонування об'єкта. Наявність великої кількості класів і нечіткий підхід при ухваленні рішення дозволяє уникнути примітивності рішень, пропонуван

експертною системою, що робить її корисним і функціональним інструментом забезпечення безпеки потенційно небезпечних і критично важливих об'єктів.

Об'єктний підхід при побудові бази знань дозволив оперувати великим обсягом автоматично поповнюваних знань. Інформація, використовувана експертною системою в сукупності з даними, що надходять від експерта, дозволяє застосовувати алгоритми нечіткого висновку на основі актуальних даних, що враховують передісторію подій на середньостроковій і довгостроковій ретроспективі. Експертна система будує набір правил для прийняття рішень на основі об'єктної бази знань.

База знань експертної системи оцінки екологічних ризиків від потенційно небезпечних об'єктів Харківській області складається з інформації про категоровані потенційно небезпечні об'єкти Харківської області.

В ході виконання цієї роботи необхідно створити дві бази даних: основну і допоміжну. Основною базою даних буде база даних шару НС. В себе вона повинна включати дані о назвах НС, Назва ПНО (потенційно небезпечного об'єкту), Місце знаходження ПНО, Місце знаходження юридичної особи / місце проживання фізичної особи, відповідальних за ПНО, Реєстраційний номер у Державному реєстрі ПНО. Допоміжна база даних буде включати назви населених пунктів,

назви річок, адміністративних районів. Приклад роботи експертної системи наведені на рис 5.

Висновки дослідження та перспективи наступних досліджень у даному напрямку:

Експертна система оцінки екологічних ризиків від потенційно небезпечних об'єктів Харківській області задовольняє вимогам прийняття рішень стосовно збереження життя та здоров'я людей, які працюють і мешкають в межах району розташування потенційно небезпечного об'єкту. Критично важливі й потенційно небезпечні об'єкти мають кілька режимів роботи, що відбивають їхній поточний "стан":

режим нормального функціонування – об'єкт перебуває в межах припустимого ризику. Керування об'єктом, тобто прийняття й виконання рішень не утруднене. Моніторинг

стану об'єкта дозволяє становити прогнози й коректувати прийняттям рішення;

критичний режим – ризики підвищені. Процеси гірше управляються й відбуваються з більш високою швидкістю, чому при режимі нормального функціонування;

режим надзвичайної ситуації – порушення нормальних умов життєдіяльності на об'єкті, викликане катастрофою. Відбувається вивільнення факторів ризику (енергії або небезпечної речовини). Керуючі впливи носять апостеріорний характер. Основні зусилля спрямовані на боротьбу з наслідками надзвичайної ситуації [9, 10, 11].

Експертна система оцінки екологічних ризиків від потенційно небезпечних об'єктів має своїм завданням не допустити переходу об'єкта зі стану нормального функціонування в критичний режим.

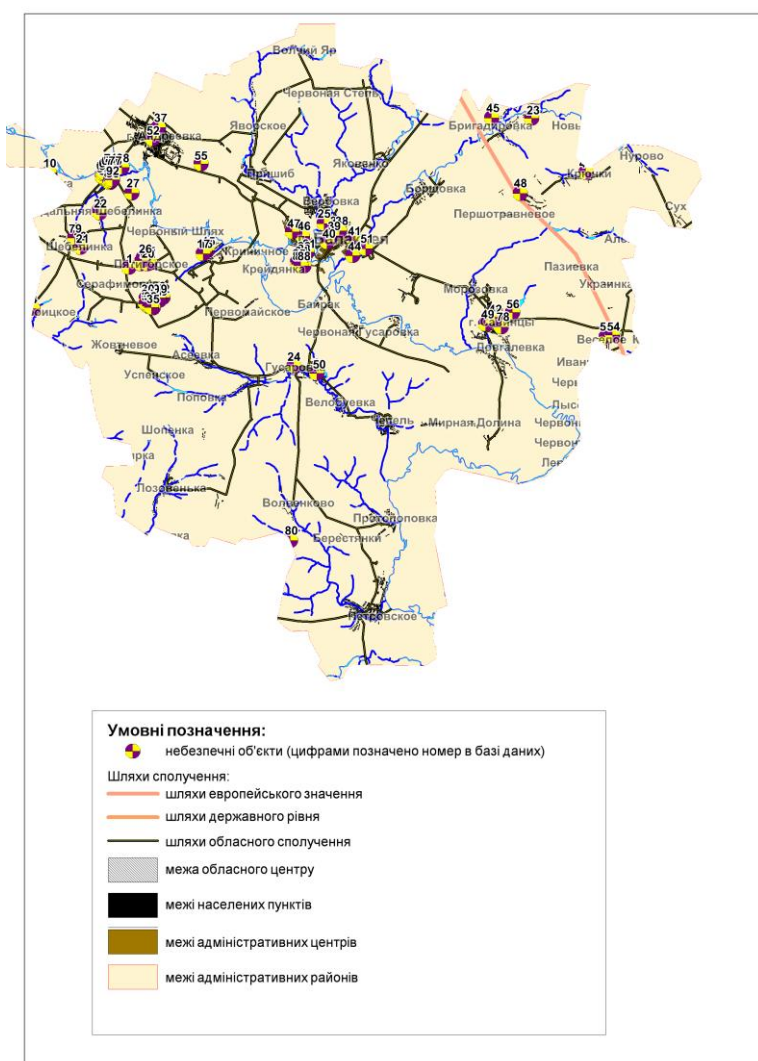


Рис. 5 – Розташування потенційно небезпечних об'єктів на території Балаклійського району

ЛІТЕРАТУРА

1. GIS Hydro'99 / Introduction to GIS Hydrology. – ESRI International User Conference (CD-R), 1999.
2. Бызова Н. Л. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчеты рассеяния примеси / Н. Л. Бызова, В. М. Иванов, Е. К. Гаргер. – Л. Гидрометеиздат, 1991. – 277 с.
3. Вентцель Е. С. Введение в исследование операций / Е. С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1964. – 388 с.
4. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. – М.: Издательство "Наука", 1980. – 206 с.
5. Допустимые выбросы радиоактивных и вредных химических веществ в приземный слой атмосферы. / Под редакцией Теверовского И. А., Теверовского Р. В. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – Изд. 2. – 164 с.
6. Дымников В.П. Устойчивость крупномасштабных атмосферных процессов / В. П. Дымников, А. Н. Филатов. Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 236 с.
7. Ежегодный доклад МАГАТЭ за 2006 год. GC(51)/5, 2007.
8. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. // Справочник в 2 частях / (Перевод с английского)

- Под редакцией А. Г. Сутучина, Е.Н. Теверовского. – М.: Металлургия, 1988. – Часть 2. – 712с.
9. Создание моделирующих комплексов прогнозирования и оценки последствий чрезвычайных ситуаций для Правительственной информационно-аналитической системы на платформе ArcGIS (ESRI) / [Ищук А.А., Швайко В. Г. и др.]. Материалы 5-й междунар. конф. «Геоинформационные технологии в управлении территориальным развитием», – АР Крым, г. Партенит 27-31 мая 2002 года.
 10. Кретов В. С. Комплексная методика формирования базы знаний для принятия решений в кризисных ситуациях / В. С. Кретов, И. С. Лебедев. Ситуационные центры. Модели, технологии, опыт практической реализации. Материалы научно-практической конференции. – М.: Российская академия государственной службы при Президенте РФ, 2007.
 11. Сусідка М. М. Математичне моделювання процесів формування стоку, як основа прогностичних систем / М. М. Сусідка. // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – Т. 1. – 2000. – С.32- 40. – (Науковий збірник КГУ)

Надійшла до редколегії 30.06.2011

UDC 630*114.2

S. TORMA¹, PhD, A. LISNYAK², PhD

¹*Soil Science and Conservation Research Institute Bratislava, regional work place Presov, Raymannova 1, 080 01 Prešov, Slovak Republic*

²*V. N. Karazin Kharkiv National University, ecological faculty, Ukraine*

COMPARISON OF VARIABILITY OF SOIL ACIDITY OF AGRICULTURAL FARMS IN SLOVAKIA

Soil investigation oriented to soil reaction study took place in two agricultural farms in 2004 and it was repeated after four years again. The pH value change at total absence of liming was balanced. It was confirmed that liming absence resulted in soil reaction rapid decrease in natural way - by calcium and magnesium resorption with crops, their leaching into deeper soil horizons, their outflow with erosion but also physiologically acid fertilization. In the agricultural enterprise Nemsova neutral and alkaline soil acreage (pH value above 6.6) decreased from 1008 ha to 190 ha in period 2004-2008 (decrease 82 per cent) and contrary soil acreage with pH value below 5.5 increased from 274 ha to 569 ha in the same period. There is even more unbeneficial situation in the agricultural farm Osikov. Acreage with pH value above 6.6 was reduced in period 2004-2008 from 1548 ha to 178 ha (decrease 90 per cent), while acid and strong acid soils (pH lower than 5.5) increased from 138 ha to 838 ha in the same period.

Key words: pH value, liming, acid soils

Торма С., Лисняк А. СРАВНЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ СЕЛЬСКИХ ХОЗЯЙСТВ СЛОВАКИИ

При почвенных исследованиях в 2004 году, и спустя четыре года, было проведено изучение реакции почвенной среды на почвах двух сельскохозяйственных ферм. Было подтверждено, что отсутствие известкования почвы приводит к быстрому снижению реакции среды за счёт уменьшения кальция и магния путём резорбции их сельскохозяйственными культурами, выщелачивания их в более глубокие горизонты почвы, оттока их с эрозией, а также за счёт внесения физиологически кислых удобрений. В сельскохозяйственном предприятии Немсова, за период 2004-2008 гг., площади нейтральных и щелочных почв (рН выше 6,6) снизились с 1008 га до 190 га (снижение на 82 %), а площади почв с рН ниже 5,5 увеличились с 274 га до 569 га за тот же период. Ещё более худшая ситуация на сельскохозяйственной ферме Осиков. Площади с рН выше 6,6 сократились за период 2004-2008 гг. с 1548 га до 178 га (уменьшение на 90 %), в то время как площади сильнокислых почв (рН менее 5,5) увеличились с 138 га до 838 га за тот же период.

Ключевые слова: кислотность, известкование, кислые почвы