

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА «ВИЗНАЧЕННЯ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ РИЗИКУ ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ»

Пропонується розробка експертної системи мовою логічного програмування Visual Prolog для виявлення ризиків на технічному виробництві та шляхи їх запобігання, в ході проектування якої використовувався структурний підхід до процесу побудови моделі предметної області.

Ключові слова: експертна система, база знань, технічний ризик, Visual Prolog.

O.O. PETROVA, D.L. AKSONOVA

Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture

EXPERT SYSTEM "VALUATION RISK PARAMETERS IN FACILITIES"

Authored expert system (ES), which is implemented in logic programming Visual Prolog, lets you set up a mechanism inference on the characteristics of domain knowledge and take into account the uncertainty in identifying risks in technical production. When designing the authors used ES structural approach to the process of constructing the model domain. The proposed ES based modelling ideas laid accounting impact physiological properties of the human operator, machine reliability factors (equipment), working environment and comfort level of technology on human quality of operator activity. The authors developed an expert system that is designed to determine the technical line at work, in addition to the possibility of diagnosing risk situation allows states to obtain a preliminary assessment of the possible risks and ways to prevent them.

Keywords: expert system, knowledge base, technological risk, Visual Prolog.

Вступ

В останні роки стрімко зростає інтерес до проблем екологічної безпеки, до розробки методів оцінки техногенних впливів на екологічні системи і здоров'я населення, до оцінки ризиків і економічних втрат, що створюються такими впливами, і пошуку шляхів, що забезпечують їх зниження. До кінця минулого століття майже всі техногенні системи розроблялися без урахування екологічного ризику і ризику виникнення аварій та катастроф. Проблема оцінки ризику є виключно важливою, оскільки сучасні системи управління техногенною та екологічною безпекою базуються саме на методах оцінки ризику. При оцінці ризику для здоров'я населення використовуються наукові знання медицини, токсикології, хімії, фізики, сучасні методи математичної статистики та інших наук.

Постановка проблеми

Аварії можуть відбуватися в силу найрізноманітніших причин, серед яких можуть бути і помилки персоналу, і технічні несправності, і помилки, допущені при проектуванні, і відмова тих або інших механізмів і пристроїв, зовнішній вплив природних сил і багатьох інших факторів. Всі аварії мають спільну ознаку – вони являють собою неконтрольовані події, які можуть стати причиною смерті і травм великої кількості людей, призводити до великих економічних втрат і забруднення навколишнього середовища. При оцінці масштабів аварій і катастроф за основу можуть прийматися різні показники: кількість загиблих, загальне число постраждалих, економічні втрати, шкоди навколишньому середовищу та інші.

У багатьох наукових публікаціях часто під техногенним ризиком розуміють не утворення частоти нештатної події і шкоди від неї, а саму величину ймовірності настання події на небезпечному виробничому об'єкті (поломка, аварія, інцидент, нещасний випадок) [1]. На сьогоднішній день відомі і рекомендовані до застосування в нормативних документах методи кількісної оцінки техногенного ризику, наприклад, "потоків графі", "дерева подій", які мають суттєві недоліки. По-перше, вони надзвичайно трудомісткі і вимагають високої кваліфікації виконавців. По-друге, для їх реалізації необхідні численні кількісні вихідні дані. Зазначені недоліки є безпосередньою причиною того, що ці методи не знаходять широкого практичного застосування [2].

Ситуацію вирішує створення експертної системи (ЕС) оцінки технічного ризику небезпечних виробничих об'єктів. Одним з найбільш популярних визначень експертної системи є наступне: «ЕС – це втілення в ЕОМ компоненти досвіду експерта, яка заснована на знаннях, в такій формі, що машина може дати інтелектуальну пораду або прийняти інтелектуальне рішення відносно функції, що обробляється. Бажана додаткова властивість – здібність системи за вимогою пояснити хід своїх міркувань зрозумілим для користувача чином. Забезпечується ця властивість в результаті програмування, яке засноване на формальних правилах» [3, 4]. Обчислювальним ядром експертної системи є модель процесу виникнення подій в людино-машинних системах. Таке моделювання дає можливість одночасно враховувати велику кількість розрізнених вхідних параметрів. У свою чергу сама система дозволяє знизити кваліфікаційний рівень користувача, а також зменшити трудомісткість виконуваних оціночних робіт.

Авторами розроблена ЕС, яка дозволяє класифікувати ризики виникнення катастрофічної ситуації на виробництві та яка видає рекомендації стосовно дії персоналу в ситуаціях, що склалися, при ліквідації аварій на виробництві.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Експертна система [5] спеціалізується на проведенні аналізу ризику небезпечних виробничих об'єктів. За допомогою методології оцінки ризику, яка включає аналіз частоти, наслідків несприятливих подій і невизначеностей результатів, зазначається, що заходи по зменшенню ймовірності аварії повинні мати пріоритет над заходами по зниженню наслідків аварій.

В запропонованій ЕС в основу ідеї моделювання покладено облік впливу психофізіологічних властивостей людини-оператора, факторів надійності машини (обладнання), комфортності робочого середовища та рівня технології на якість виконання людиною операторської діяльності. Основними етапами розробки ЕС є: структурування отриманих даних, виявлення відхилень процесу від вимог технології, оцінка необхідності та способів втручання в нього людини, прийняття та реалізація рішення по коригуванню операції при необхідності.

Проаналізовані експертні системи є досить схожими, однак розроблена авторами експертна система, яка призначена для визначення технічного ризику на виробництві, крім можливості діагностування ризикових станів ситуації надає можливість отримувати попередню оцінку можливих ризиків і шляхи їх запобігання.

Проектування та реалізація експертної системи

Аварійні та катастрофічні ситуації у техногенній сфері на потенційно небезпечних об'єктах можна об'єднати за такими типами [6]: режимні (виникають при штатному функціонуванні потенційно небезпечних об'єктів, наслідки від них передбачувані, захищеність від них висока); проектні (виникають при виході за межі штатних режимів з передбачуваними і прийнятними наслідками, захищеність від них достатня); запроектовані (виникають при необоротних пошкодженнях важливих елементів з високими збитками і жертвами; ступінь захищеності від них недостатня, з необхідністю проведення відновлювальних робіт); гіпотетичні (можуть виникати при варіантах, не передбачених заздалегідь і сценарії розвитку з максимально можливими збитками і жертвами; захищеність від них низька, прямого відновлення об'єкти не підлягають).

При техногенних аваріях і катастрофах виникають як окремі, так і об'єднані вражаючі фактори: радіаційне випромінювання, хімічно небезпечні речовини, бактеріологічне зараження, вибухові і ударні хвилі, теплове випромінювання, механічні пошкодження, електромагнітне випромінювання. Ці вражаючі фактори впливають на людей, об'єкти і навколишнє середовище.

Велику екологічну небезпеку становлять техногенні катастрофи, які супроводжуються викидом шкідливих хімічних та радіоактивних матеріалів у навколишнє середовище. За даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій щорічно в країні виникають більше 1000 техногенних аварій та катастроф з екологічними наслідками [7]. Поєднання факторів техногенної та природної небезпеки значно збільшує ризик виникнення надзвичайних ситуацій і підсилює їх негативні наслідки. Якісна оцінка потенційних наслідків для кожного небезпечного стану надається відповідно з наступними критеріями:

- клас I – безпечний. Стан, пов'язаний з помилками персоналу, недоліками конструкції або її невідповідністю проекту, а також неправильною роботою, не призводить до суттєвих порушень і не викликає пошкодження обладнання та нещасних випадків з людьми;
- клас II – граничний. Стан, пов'язаний з помилками персоналу, недоліками конструкції, її неправильним функціонуванням або невідповідністю проекту, призводить до порушення в роботі;
- клас III – критичний. Стан, пов'язаний з помилками персоналу, недоліками конструкції, її неправильним функціонуванням або невідповідністю проекту, призводить до суттєвих порушень у роботі, пошкодження обладнання та створює небезпечну ситуацію, що вимагає прийняття негайних заходів з порятунку персоналу та обладнання;
- клас IV – стан, пов'язаний з помилками персоналу, недоліками конструкції, її неправильним функціонуванням або невідповідністю проекту, повністю порушує роботу і призводить до подальшої втрати обладнання і/або загибелі або масового травмування персоналу.

ЕС, що розглядається, вміщує базу даних, яка накопичується в процесі її побудови. Знання організовані таким чином, щоб спростити прийняття рішень. Знання є явними та доступними і представлені в вигляді правил. Розроблена ЕС функціонує в якості моделі рішення задачі при виникненні техногенних аварій та катастроф, видаючи рекомендації в конкретній ситуації. В розробленій ЕС вміщується інформація про потенційні ризики при техногенних катастрофах. За допомогою діагностування різних станів системи "людина – машина – середовище", було виділено основні характеристики: вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони, високий рівень загальної вібрації, негативні показники мікроклімату, зміни навантаження на навколишнє середовище, коректне використання електромагнітних приладів, вплив людей і технічних засобів на природне середовище, використання резервів для ліквідації надзвичайних ситуацій, можливість безпосереднього впливу навколишнього середовища на організм людини, вміння керувати автоматами в технічних системах, порушення роботи систем або об'єктів життєзабезпечення людей в місцях проживання, ускладнення нормального функціонування органів людини, що працює з хімічно небезпечними речовинами (пестицидами), токсичними для людини, використання і перевезення сильнодіючих отруйних речовин автотранспортом в балонах, контейнерах та автоцистернах, безпека функціонування хімічно небезпечних об'єктів, сприятливі метеорологічні умови, щоденний хімічний контроль.

Слід зауважити, що авторами розглядаються та класифікуються такі ризики техногенної катастрофи як:

катастрофічно великий, надзвичайно великий, дуже великий, великий, вище середнього, середній, нижче середнього, малий, дуже малий, відсутній ризик.

При цьому для кожного типу ризику передбачено визначені характеристики та написані правила мовою Visual Prolog [8, 9]. Програма починає роботу з запрошення та повідомлення про необхідність відповідати на питання тільки *no* – ні або *yes* – так:

```
positive(X):-xpositive(X),!,xnegative(X),!,fail;ask(X,'y').
negative(X):-xnegative(X),!,xpositive(X),!,fail;ask(X,'n').
ask(X,R):-write(X),readchar(Reply),write(Reply,"\n"),
remember(X,Reply),R=Reply.
xpositive(X):-yes(X).
xnegative(X):-no(X).
```

Після додавання усіх відповідей до бази програма виводить результат та рекомендації, спираючись на задалегідь введені правила та факти. В результаті діалогу з користувачем ЕС визначає ступінь ризику техногенної катастрофи та видає рекомендації (рис. 1).

Нарушение работы систем или объектов жизнеобеспечения людей в местах проживания: *n*
 Осложнение нормального функционирования органов человека: *n*
 Работа с химически небезопасными веществами (пестицидами), токсичными для человека: *n*
 Использование и перевозка сильнодействующих отравляющих веществ автотранспортом в баллонах, контейнерах и автоцистернах: *n*
 Безопасность функционирования химически небезопасных объектов: *y*
 Благоприятные метеорологические условия: *y*
 Ежедневный химический контроль: *y*
 Технический риск на производстве: Отсутствует.
РЕКОМЕНДАЦИЯ:
 Ни одно предприятие не застраховано от возникновения рисков.
 Единственное, что может помочь вам избежать катастрофических последствий,-
 это предусмотрительное выявление потенциально возможных рисков.

Рис. 1. Фрагмент вводу користувачем початкових даних для визначення ризику та вивід рекомендацій

Висновки

Експертні системи – це програми, які здатні накопичувати знання, що вміщуються в різних джерелах, моделювати процес експертизи та орієнтовані на розв’язання задач, що зазвичай вимагають проведення експертизи людиною-експертом. ЕС вирішують завдання у вузькій предметній області на основі дедуктивних міркувань. Такі системи часто виявляються здатними знайти вирішення задач, які неструктуровані і погано визначені. ЕС справляються з відсутністю структурованості шляхом залучення евристик.

Запропонована ЕС забезпечує автоматизовану формалізацію предметної області, що розглядається, на основі вербального опису її об’єктів. Створення експертної системи оцінки технічного ризику небезпечних виробничих об’єктів дає можливість проводити аналіз цих ризиків та надає можливість діагностування ризикових станів системи з подальшим одержанням попередньої оцінки можливих ризиків і шляхів їх запобігання.

Література

1. Касьяненко А. А. Анализ риска аварий техногенных систем / А.А. Касьяненко, К.Ю. Михайличенко. – М. : РУДН, 2008. – 182 с.
2. Браун Девід Б. Анализ и разработка систем обеспечения техники безопасности / Б. Девід Браун. – М. : Машибудування, 1979. – 359 с.
3. Джексон. М. Введение в экспертные системы / М. Джексон. – М. : Вильямс, 2001. – 701 с.
4. Хейес-Рот Ф. Построение экспертных систем / Ф. Хейес-Рот. – М. : Мир, 1987. – 286 с.
5. Гражданкін А. І. Експертна система оцінки техногенного ризику небезпечних виробничих об’єктів / А. І. Гражданкін, П. Г. Белов. – М. : Пенза, 2002. – 24 с.
6. Попов В.М. Інформаційна технологія підвищення техногенної безпеки регіону / В.М. Попов, І.А. Чуб, М.В. Новожилова // Системи обробки інформації. – 2015. – Випуск 12 (137). – С. 181–184.
7. Попов В.М. Имитационная модель производственной системы с потенциально опасными объектами / В.М. Попов, М.В. Новожилова // Радиоэлектроника и информатика. – 2014. – Випуск 4. – С. 24–29.
8. Адаменко А. Логическое программирование и Visual Prolog / А. Адаменко, А. Кучуков. – СПб : БХВ, Петербург, 2003. – 990 с.
9. Братко И. Программирование на языке «Prolog» для искусственного интеллекта / И. Братко. – М. : Мир, 1990. – 315 с.

Рецензія/Peer review : 16.6.2016 р.

Надрукована/Printed : 25.8.2016 р.
 Рецензент: д.ф.-м.н., проф. Сізова Н.Д.