

*В.В. Корнійчук, Ю.І. Грицюк, д-р техн. наук, професор
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПІД ЧАС ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ЗЕРНОВИХ ЕЛЕВАТОРАХ

Розглянуто особливості проблематики прийняття рішень керівником гасіння пожежі під час ліквідації надзвичайних ситуацій на елеваторах і можливі варіанти формалізації цього процесу. Встановлено, що використання інформаційних технологій, а саме систем підтримки прийняття рішень на основі принципів нечіткої логіки, спроможне допомогти вірно оцінити вхідну інформацію про пожежу і прийняти правильне рішення щодо скерування аварійно-рятувальних підрозділів для швидкої та ефективної її ліквідації.

Ключові слова: елеватор, керівник гасіння пожежі, план локалізації та ліквідації аварійних ситуацій, нечіткі множини, неповнота та неточність знань, немонотонна логіка, нечітка логіка.

Як відомо, елеватор – значне за розмірами та виробничими обсягами підприємство, яке складається з комплексу будівель та споруд, пов'язаних загальними виробничими процесами, серед яких основними є прийняття, зважування, зберігання та подальше завантаження зерна, а спеціальними – очищення, сушіння та сортування зерна. Виникнення аварійних ситуацій на елеваторах нерідко призводить до масштабних пожеж, вибухів і руйнувань, перебіг яких з плином часу неможливо точно передбачити. Водночас процес оптимального управління аварійно-рятувальними підрозділами здебільшого залежить від вміння керівника гасіння пожежі (КГП) вірно оцінити вхідну інформацію про пожежу і прийняти правильне рішення щодо їх скерування для швидкої та ефективної її ліквідації. Недосвідчений керівник інколи задовольняється першою і незначною інформацією, отриманою на самому початку розвідки на пожежі, і приймає поспішне і малообґрунтоване рішення. Досвідчені керівники швидко оцінюють, чи достатньо інформації для прийняття остаточного рішення, і якщо ні – активно поповнюють і перевіряють її. На основі вивчення, прогнозування та оцінювання навколишньої обстановки приймається управлінське рішення. Проте, для успішного вирішення завдання необхідно вибрати оптимальний варіант з декількох альтернативних. В разі, якщо неможливо визначити пріоритетний варіант з декількох можливих, вибираються суворіші критерії та здійснюється повторний підбір, а за можливості, проводиться опитування думок експертів і проводяться консультації потенційним виконавцям.

Зазвичай, на заваді правильного прийняття рішень керівником гасіння пожежі постає низька точність оперативної інформації, отриманої від диспетчерської служби, значна кількість варіантів перебігу пожежі і, як наслідок, велика кількість можливих способів ведення оперативних дій на пожежі. Для полегшення планування дій (взаємодії) аварійно-рятувальних підрозділів, персоналу, спецпідрозділів, населення, центральних і місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування щодо локалізації та ліквідації аварій створюються «Плани локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій» (ПЛАС), в яких розглядаються найбільш ймовірні випадки виникнення аварій та алгоритм дій керівника гасіння пожежі (КГП), включаючи організаційні та практичні заходи, оскільки в умовах обстановки, що швидко змінюється і обмеженого часу важко правильно оцінити ситуацію і прийняти обґрунтоване управлінське рішення. Проте на практиці оперативна інформація може значно відрізнятись від типової, що робить ПЛАС малоефективним, а також в ньому не передбачена адаптація дій під конкретні умови на пожежі. Охоплення значно більшої кількості варіантів та ситуацій робить план локалізації та ліквідації аварійних ситуацій значним за об'ємом і незручним для використання. Саме тому на даний час актуальною є потреба в надійних і точних методах управління пожежно-рятувальними підрозділами, які б враховували увесь спектр невідкладних завдань та вчасно реагували на зміну чи ускладнення умов їх вирішення.

Використання автоматизованих систем підтримки прийняття рішень на основі принципів нечіткої логіки значно спрощує та мотивує процес прийняття рішення керівником га-

сіння пожежі. Принципова відмінність цієї системи від вже наявних інформаційно-дорадчих систем полягає в тому, що вона дає змогу оперувати так званими якісними характеристиками пожежі. Для традиційних автоматизованих систем підтримки прийняття рішень необхідно було вводити кількісні показники перебігу пожежі (площа горіння, матеріал, який горить, шляхи поширення) та дій пожежно-рятувальних підрозділів (кількість пожежних автомобілів, витрата поданих стволів, об'єм води в цистернах). Шкода, але при спробі формалізувати людські знання, багато дослідників зіткнулись з проблемою, яка ускладнює використання традиційного математичного апарату для їх опису. У повсякденній практиці переважно використовується велика кількість описів різних об'єктів, які важко представити кількісно: зерно багато, мало; вогонь палає, тухне; вибух слабкий, сильний, дуже сильний і т.д. Ці характеристики зазвичай розмиті, нечіткі, проте містять важливу інформацію. Наприклад, однією з можливих ознак вогню є його висока температура, колір, запах та інтенсивність диму може вказати на вид матеріалу, який горить тощо.

Зміст терміна "нечіткість" вхідної інформації є багатозначним. У різній довідковій літературі трапляються різноманітні визначення та інтерпретація цього поняття. Тут ми розглянемо тільки деякі основні його компоненти, а саме: недетермінованість висновків; багатозначність інтерпретації; ненадійність, неповнота і неточність знань.

Недетермінованість висновків – характерна ознака більшості систем штучного інтелекту, яка означає, що заздалегідь шлях вирішення конкретного завдання в ромаїтті його станів визначити неможливо. Тому, здебільшого, методом проб і помилок формується деякий ланцюжок логічних висновків, що узгоджуються з наявними знаннями. У випадку, коли ці висновки не приводять до очікуваного результату, організовується додаткове перебирання з повторним поверненням для пошуку іншого ланцюжка і т.д. Такий підхід припускає визначення деякого первинного шляху, який приводить до кінцевої мети. Для вирішення подібних завдань на сьогодні розроблено багато евристичних алгоритмів, більшість з яких стосується етапів становлення штучного інтелекту.

Багатозначність інтерпретації – звичайне явище в завданнях розпізнавання образів. При розумінні звичайної мови серйозними проблемами стають багатозначність змісту слів, їх підлеглості, порядку слів у реченні і т.д. Проблеми розуміння сенсу інформації виникають в будь-якій системі, що взаємодіє з користувачем звичайною мовою. Розпізнавання графічних образів також пов'язане з вирішенням проблеми багатозначної інтерпретації об'єктів. При комп'ютерному обробленні вхідної інформації багатозначність усувається шляхом вибору правильної інтерпретації введених команд, для чого на сьогодні розроблено спеціальні методи, наприклад, метод релаксації, призначений для усунення систематичних багатозначностей при інтерпретації зображень.

Ненадійність знань чи висновків означає, що для оцінки їх достовірності не можна застосувати тільки двобальну шкалу (1 – абсолютно достовірні; 0 – недостовірні знання). Для тоншої оцінки достовірності знань застосовується імовірнісний підхід, який базується на теоремі Байєса, та багато інших методів. Наприклад, в деяких експертних системах застосовується метод отримання висновку з використанням коефіцієнтів упевненості. Широке застосування на практиці отримали нечіткі висновки, що будуються на базі нечіткої логіки, яка походить від теорії нечітких множин.

Неповнота знань і немонотонна логіка. Абсолютно повних знань не буває, оскільки процес пізнання безмежний. У зв'язку з цим стан бази знань повинен змінюватися з часом. На відміну від простого додавання інформації, як в базах даних, при додаванні нових знань виникає небезпека отримання суперечливих висновків, тобто висновки, отримані з використанням нових знань, можуть спростовувати ті, що були отримані раніше. Ще гірше, якщо нові знання знаходяться в суперечності зі "старими", тоді механізм отримання висновку може стати непрацездатним.

Багато колишніх експертних систем базувалися на моделі закритого світу, у яких застосовувався апарат формальної логіки для оброблення знань. Така модель припускала жорсткий відбір знань, занесених у базу, а саме: БЗ заповнювалася виключно правильними поняттями, а

все, що ненадійне або невизначене, свідомо вважалось помилковим. Іншими словами, все, що відоме базі знань, є істиною, а все інше – фальшем. Модель закритого світу має обмежені можливості представлення знань і таїть в собі небезпеку отримання суперечностей при додаванні нової інформації. Проте, ця модель достатньо поширена; наприклад, на ній базується мова PROLOG. Недоліки моделі закритого світу пов'язані з тим, що формальна логіка часто виходить з передумови, згідно з якою набір визначених у системі аксіом (знань) є повним (теорія є повною, якщо кожен її факт можна довести, виходячи з аксіом цієї теорії). Для повного набору знань справедливості раніше отриманих висновків не порушується з додаванням нових фактів. Така властивість логічних висновків називається монотонністю. Шкода, але реальні знання, що закладаються в експертні системи, украй рідко бувають повними.

Неточність знань. Відомо, що кількісні дані (знання) можуть бути неточними, при цьому існують кількісні оцінки такої неточності (надійний інтервал, рівень значущості, ступінь адекватності і т.д.). Лінгвістичні знання також можуть бути неточними. Тому для їх обліку використовується теорія нечітких множин, запропонована Л. Заде ще в 1965 р. Цьому ученому належать слова: "Фактично нечіткість може бути ключем до розуміння здатності людини справлятися із завданнями, які є дуже складними для їх вирішення за допомогою ЕОМ". Розвиток досліджень в області нечіткої математики привів до появи нечіткої логіки і отримання нечітких висновків, які виконуються з використанням знань, представлених нечіткими множинами, нечіткими відносинами, нечіткими відповідностями і т.д.

Нечітка логіка – це надмножина класичної булевої логіки, що розширює її можливості та дає змогу застосувати концепцію невизначеності в логічних висновках. Вона була введена Л. Заде як спосіб моделювання невизначеностей звичайної мови. Концептуальна відмінність нечіткої логіки від класичної полягає в тому, що вона інтерпретує не тільки значеннями "істина" і "фальш", але й проміжними значеннями: істина → напівістина (напівфальш) → фальш або істина → майже істина → напівістина (напівфальш) → майже фальш → фальш.

Таким чином, багатозначність терміна "нечіткість вхідної інформації" призвела до різноманітних його визначень та інтерпретацій, що не допускається при управлінні пожежно-рятувальними підрозділами під час ліквідації пожежі на елеваторах. Розглянуті деякі основні його компоненти (недетермінованість висновків; багатозначність інтерпретації; ненадійність, неповнота і неточність знань) свідчать про значні проблеми під час розроблення досконалих систем підтримки прийняття управлінських рішень.

Висновки:

1. Ліквідація надзвичайних ситуацій на елеваторах – складний процес, який потребує від керівника гасіння пожежі вміння вірно оцінити вхідну інформацію про пожежу і прийняти правильне рішення щодо скерування аварійно-рятувальних підрозділів для швидкої та ефективної її ліквідації. Існуючі типові способи підтримки прийняття рішень малоефективні, оскільки на практиці оперативна інформація може значно відрізнитись від типової. Водночас складно адаптувати традиційний алгоритм прийняття рішень керівника гасіння пожежі до конкретних умов на пожежі.

2. Використання інформаційних технологій в діяльності МНС відкриває широкі можливості для розроблення та створення на їх основі нового класу автоматизованих систем підтримки прийняття рішень, ґрунтуючись на принципах нечіткої логіки, тобто таких систем, які на базі закладеної в них інформації зможуть "підказувати" керівникові гасіння пожежі, яке рішення є найбільш обґрунтованим і правильним, а «вміння» оперувати «нечіткою» вхідною інформацією робить такі системи максимально адаптованими для практичного використання.

3. Розглянуто деякі основні компоненти терміна "нечіткість вхідної інформації" (недетермінованість висновків; багатозначність інтерпретації; ненадійність, неповнота і неточність знань), які свідчать про значні проблеми під час розроблення досконалих систем підтримки прийняття управлінських рішень.

Список літератури:

1. **Наказ МНС України** від 24.05.2007 №370 «Про затвердження Технічного рішення побудови комп'ютеризованої системи контролю за функціонуванням потенційно небезпечних об'єктів». [Електронний ресурс] Сайт професійної юридичної системи Мега-НАУ — Режим доступу до наказу: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1041.35724.2>
2. **Наказ Міністерства** праці та соціальної політики України від 17.06.1999 №112 «Про затвердження Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій». [Електронний ресурс] Сайт електронної бази даних «Законодавство України» — Режим доступу до наказу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0424-99>
3. **НПАОП 0.00-4.33-99** (ДНАОП 0.00-4.33-99) «Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій». [Електронний ресурс] Сайт «Охрана труда, ДНАОП, СНиП, НПАОП, НАПБ НАОП, ДСТУ, ДСП, ДБН, ГОСТ» — Режим доступу до документу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0424-99>
4. **Саати Т.** Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т.Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 278 с.

В.В. Корнийчук, Ю.И. Грыцюк

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ВО ВРЕМЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ЗЕРНОВЫХ ЭЛЕВАТОРАХ

Рассмотрены особенности проблематики принятия решений руководителем тушения пожара во время ликвидации чрезвычайных ситуаций на элеваторах и возможные варианты формализации этого процесса. Установлено, что использование информационных технологий, а именно систем поддержки принятия решений на основе принципов нечеткой логики способно помочь верно оценить входящую информацию про пожар и принять правильное решение относительно отправления аварийно-спасательных подразделений для быстрой и эффективной ликвидации пожара.

Ключевые слова: элеватор, руководитель тушения пожара, план локализации и ликвидации аварийных ситуаций, нечеткие множества, неполнота и неопределенность знаний, немонотонная логика, нечеткая логика.

V.V. Korniychuk, Yu.I. Hrytsyuk

PECULIARITIES OF SYSTEM DEVELOPMENT OF DECISION TAKING MAINTENANCE AT EMERGENCIES LIQUIDATION OF GRAIN ELEVATORS

The article deals with the problems of decision taking by the chief of fire extinguishment at emergencies liquidation on grain elevators and possible variants of the given process formalization. Usage of information technologies, namely a decision taking maintenance on the basis of illegible logic can help to estimate input information about the fire and take correct decision of search-and-rescue subdivisions for their rapid and effective liquidation is determined.

Key words: elevator, chief of fire extinguishment, plan of localization and rescue situations liquidations, illegible sets, incompleteness and inaccuracy of knowledge, non-monotonous logic, illegible logic

