

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

КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ЗЕРНОВИХ ЕЛЕВАТОРАХ

Розглянуто проблеми, з якими пов'язаний процес гасіння пожеж на зернових елеваторах і значення керівника гасіння пожежі в прийнятті ключових рішень. Запропоновано концепцію реалізації автоматизованої системи підтримки прийняття рішень (АСППР) на основі сценарно-прецедентного підходу до управління динамічними об'єктами та вказано на особливості її проектування. Визначена взаємопов'язана система завдань для повноцінного функціонування запропонованої АСППР, принцип дії, структура та функції її складових частин: бази даних і програмного модуля. Встановлено, що впровадження АСППР значно полегшує вирішення складних управлінських завдань в умовах швидкої зміни обстановки та слабкої структурованості вхідних даних.

Ключові слова: зерновий елеватор, керівник гасіння пожежі, автоматизована система підтримки прийняття рішень, сценарно-прецедентний підхід, база даних, програмний модуль.

Вступ. Забезпечення успішного вирішення поставлених завдань на пожежі, швидке та правильне реагування на зміну оперативної ситуації в умовах недетермінованості процесу перебігу пожежі – основне завдання керівника гасіння пожежі (КГП) на вибухонебезпечних об'єктах, в т.ч. і зернових елеваторах [3]. Ефективне вирішення складних управлінських завдань в умовах швидкої зміни обстановки та слабкої структурованості вхідних даних вимагає від КГП проявів кращих інтелектуальних навиків щодо оброблення нечіткої, недостатньої, інколи надлишкової або часто й суперечливої інформації. Слабка структурованість поставленої задачі полягає в тому, що більшість її параметрів має не кількісне, а якісне відображення. Як відомо [4], більшість надзвичайних ситуацій належить до неструктурованих процесів, у яких усі параметри виражаються якісно, а їх кількісну характеристику важко визначити через «розмитість» суджень. Враховуючи те, що кожна пожежа є унікальною, неможливо передбачити її подальший перебіг, позаяк можливих варіантів її розвитку може бути надзвичайно багато.

Вирішення пожежно-рятувальних завдань при можливих відхиленнях від типового перебігу подій повністю покладається на КГП, тому ціна управлінської помилки надзвичайно висока і потребує значного досвіду особи, яка приймає рішення. Саме це і є основною проблемою при розробленні досконалих і адекватних систем підтримки прийняття рішень (СППР) для КГП, основне наповнення яких обмежується лише кількісними показниками [4]: планами та схемами об'єкта, типовими алгоритмами дій персоналу та рятувальників у випадку надзвичайної ситуації, можливими наслідками при виникненні пожежі в найбільш імовірних місцях. Загальним підходом до планування нечітких етапів дій, за які відповідає КГП, є структурування та декомпозиція надзвичайних ситуацій, а також вирішення подальшої нечіткої частини поставленої задачі за допомогою експертних методів для оцінювання параметрів прийнятих рішень, вироблення критеріїв їх ефективності, а також розроблення й оцінювання різноманітних варіантів рішень, формування допустимої їх множини.

Варіативність вхідних умов, якими описуються вибухонебезпечні об'єкти, в т.ч. і зернові елеватори, створює велику кількість вихідних ситуацій, які відрізняються між собою в рамках вже наявної нечіткості, а отже рішень КГП, зумовлених нечіткістю початкових умов, може бути також велика кількість. Планування допустимих варіантів рішень за допомогою СППР має звести до мінімуму використання суб'єктивних оцінок недосвідченого КГП і допомогти йому у формуванні правильного рішення – виваженого і обґрунтованого, в короткі терміни і з достатньою точністю.

Отже, мета роботи полягає в розробленні концепції реалізації автоматизованої системи підтримки прийняття рішень для керівника гасіння пожеж на зернових елеваторах, яка значно полегшить вирішення складних управлінських завдань в умовах швидкої зміни обстановки та слабкої структурованості вхідних даних.

Викладення матеріалу. При формуванні завдань, які планується вирішувати за допомогою розробленої автоматизованої системи підтримки прийняття рішень (АСППР) під час гасіння пожеж на зернових елеваторах, необхідно розробити її ієрархічну структуру та визначити складові елементи кожної ієрархії, окреслити їх пріоритети та порядок взаємодії.

Модель АСППР має дві складові [1]. Одна з них – модель бази даних, яка має містити в собі найбільш повну внутрішню та зовнішню інформацію про зерновий елеватор, виходячи з позицій пожежної безпеки та вибухонебезпеки, оперативну інформацію про наявність та технічні можливості пожежно-рятувальних підрозділів, стан та підготовку особового складу, дані про попередні пожежі на об'єкті, причини та місце їх виникнення, шляхи поширення вогню, дії обслуговувального персоналу у випадку пожежі тощо. Друга складова – програмний модуль, який покликаний вирішувати завдання, виходячи з конкретних початкових даних. Окрім цього, в роботі програмного модуля має використовуватися сценарно-прецедентний підхід [7], який передбачає виконання завдань КГП шляхом адаптації деякого рішення, яке використовувалось раніше в аналогічних ситуаціях. При виникненні проблемної, тобто неординарної ситуації приймається рішення на основі наявного прецеденту, який зберігається в базі даних. Така ситуація вважається базовою або опорною. На основі прецеденту формуються рішення в готовому вигляді або адаптується з урахуванням відмінностей в ситуації, яка склалась, відносно базової. Якщо потрібний прецедент у базі даних відсутній, процес адаптації потребує використання додаткової інформації, яку надає особа, що приймає рішення. За результатами розв'язання задачі, незалежно від того, чи правильне, чи хибне рішення прийняв КГП, інформація у вигляді готового прецеденту має зберігатися в базі даних. Ця особливість моделювання допустимих прецедентів робить їх цінними в ході планування будь-яких рішень – правильних і хибних, створюючи варіативність вибору особою, яка приймає рішення.

Типовий прецедент представляє ієрархічну структуру, яка складається з опису проблеми, що характеризує ситуацію на момент виникнення пожежі та переліку можливих варіантів прийняття рішень, а також можливих ситуацій, які ймовірно складуться після вибору певного прецеденту.

Враховуючи наведене вище, прецедент можна розглядати як інтелектуальний засіб формування плану компенсації ситуаційних відхилень, реалізація прецеденту – як план дій, спрямованих на компенсацію цих відхилень, а елементарний фрагмент цього плану – як сценарій виконання дій.

Для повноцінного функціонування такої АСППР необхідно вирішити взаємопов'язану систему завдань:

- розробити процедуру уніфікації вхідних даних, які стосуються пожежної безпеки та вибухонебезпеки зернових елеваторів;
- збільшити інформативність вхідних даних з виявленням причинно-наслідкових зв'язків за різних умов перебігу пожежі;
- визначити чутливі фактори, які найбільше впливають на рівень пожежної безпеки зернового елеватора;
- визначити структуру бази даних про зерновий елеватор та оптимізувати її складові, щоб інформація у ній якнайменше повторювалася;
- ідентифікувати залежність між рівнем пожежної безпеки на об'єкті та визначальними факторами, що її провокують;
- розробити програмне забезпечення для безперебійного функціонування програмного модуля у взаємозв'язку з базою даних;
- розробити програмне забезпечення для здійснення розрахунку оптимальної кількості особового складу та пожежно-технічного забезпечення на будь-який момент перебігу пожежі.

Реалізована на базі цієї системи завдань АСППР значно покращить інформаційне забезпечення процесів підтримки прийняття рішень КГП на зернових елеваторах за умов обмеженого часу та ресурсного потенціалу, виділеного в його розпорядження.

При розробленні АСППР найбільшою проблемою є вирішення питань, пов'язаних з наповненням бази даних необхідною оперативною інформацією. Умовно можна структурувати її у вигляді п'яти таблиць для внесення даних. Перша має містити інформацію про технічне забезпечення пожежно-рятувальних підрозділів, кількість та стан пожежних автомобілів, які можуть використовуватись для гасіння пожежі, а також виконання спеціальних і допоміжних функцій на пожежі, інформацію про ресурсне забезпечення процесу гасіння (вододжерела, стан протипожежних водопроводів, інших засобів пожежогасіння), кількість особового складу, який може бути задіяний до ліквідації надзвичайної ситуації на зерновому елеваторі, а також допоміжний персонал, здатний виконувати роботу для обмеження напрямків поширення вогню. Друга таблиця має містити інформацію про пожежі та аварії, які відбулися раніше на цьому об'єкті чи аналогічних об'єктах безпосередньо з картки обліку пожеж. Дані про характерні помилки, які були допущені під час ліквідації пожежі на зерновому елеваторі, заносяться в третю таблицю. Туди також заносяться рекомендації експертів щодо уникнення в подальшому таких пожеж. Четверта таблиця містить в собі найбільш повну інформацію про об'єкт: схеми приміщень елеватора, основних будівель, інформацію про енергопостачання, комунікації, аналіз пожежної небезпеки приміщень, пристроїв і агрегатів, стан під'їздів до об'єкта тощо. В п'яту таблицю заноситься динамічна інформація на кшталт погодних умов, стану транспортного завантаження доріг, оптимальних маршрутів до об'єкту тощо [2].

Для того, щоб результати розв'язання динамічної задачі АСППР відповідали реальному перебігу подій на об'єкті, мають бути враховані додаткові параметри, такі як: відповідність конструктивних елементів вказаним ступеням вогнестійкості, врахування додаткових умов, що ускладнюють процес гасіння пожежі, як наприклад, вторинні вибухи пилу у виробничих будівлях, ступінь зношення будівельних конструкцій, споруд, агрегатів тощо, наявність легкозаймистих рідин, статичної електрики, кабельних тунелів, особливості внутрішньої та зовнішньої архітектури, можливі шляхи поширення пожежі з вказуванням швидкості та напрямків тощо.

Вся інформація в базі даних АСППР має бути представлена так, щоб доступ до неї був максимально автоматизованим і вимагав мінімальної присутності експертів; існувала б можливість оперативного внесення даних у випадку, якщо проміжний результат буде відрізнитись від очікуваного; розроблена структура бази даних має бути такою, щоб передбачати внесення нечітких даних. Порядок дій КГП при використанні АСППР у випадку виникнення надзвичайної ситуації на зерновому елеваторі можна подати у вигляді схеми (рис. 1).

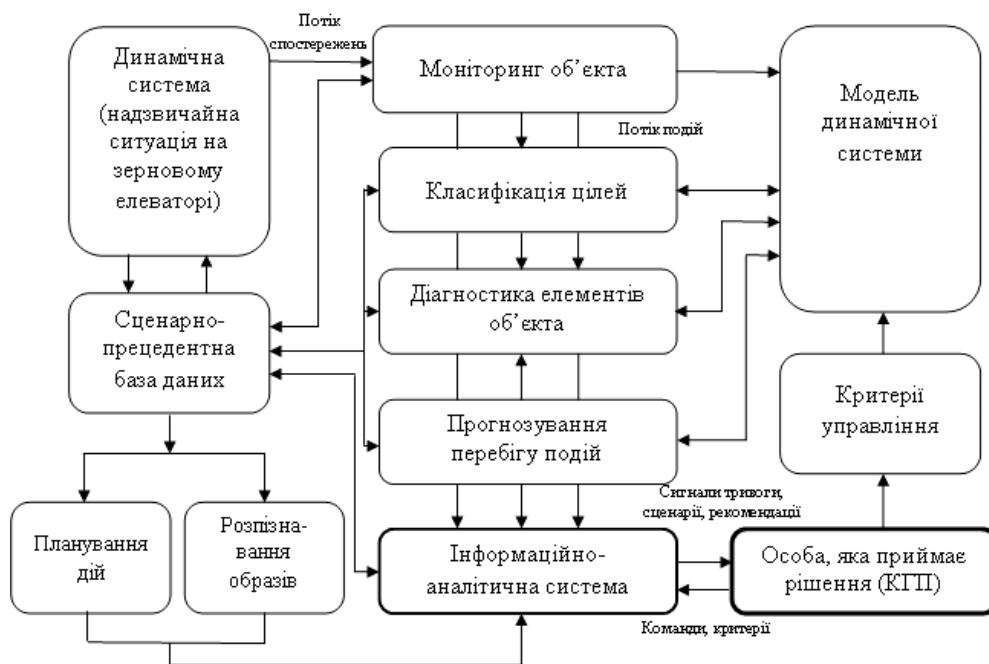


Рис. 1. Задачі управління динамічним об'єктом, які вирішуються за допомогою АСППР (адаптовано на базі [2])

Повноцінна робота АСППР має розглядатись на трьох ієрархічних рівнях [7]. Верхній рівень управління має бути рівнем планування дій та розпізнавання образів, враховувати основні завдання проведення пожежно-рятувальних робіт: рятування людей, ліквідацію надзвичайної ситуації, обмеження поширення негативних наслідків пожежі тощо. Його також можна назвати стратегічним рівнем управління. Середній (тактичний) рівень є рівнем вибору необхідних заходів для вирішення завдань верхнього рівня: моніторинг об'єкта, класифікація цілей, діагностика стану об'єкта та прогнозування подій. Цей рівень є більш динамічним і варіативним, ніж попередній, тому він потребує постійного контролю оператором за перебігом подій. Нижній рівень управління є оперативним рівнем, який відповідає за коригування вхідних даних у випадку відхилень від запланованого сценарію. Він також передбачає вибір КГП критеріїв управління, вибір моделі управління динамічною системою та роботу з інформаційно-аналітичною системою для вироблення та коригування сценаріїв перебігу надзвичайної ситуації. Використання в такій динамічній системі парадигми сценаріїв, планів і прецедентів передбачає управління нею на всіх трьох рівнях сценарно-прецедентного підходу.

Кожен з пожежно-рятувальних підрозділів, які беруть участь у ліквідації надзвичайної ситуації, може бути представлений як динамічний об'єкт [6] для побудови загальної динамічної системи з n -управліннями (n – кількість динамічних об'єктів) та безперервним часом. Тут вводиться перехідна функція $f(n)$, яка задає закон зміни станів динамічної системи у довільний момент часу. Усі можливі ситуаційні відхилення розглядаються крізь призму системних станів з пошуком найбільш відповідних стратегій поведінки динамічного об'єкта для вироблення дій щодо компенсації відхилень. Сучасні технології опису ієрархічних, структурних і динамічних процесів, що у них відбуваються, ґрунтуються на застосуванні комп'ютерної техніки та використанні багатофункціональних баз даних, які в сукупності дають змогу автоматизувати процес аналізу немонотонної інформації та реалізувати процес прогнозування розвитку ситуації за допомогою АСППР. Вони відкривають нові можливості для об'єктивних експертних оцінок параметрів приміщень зернового елеватора та часових характеристик процесу поширення пожежі. Розроблення нових та використання вже наявних моделей, методів і засобів, які базуються на обробленні нечіткої, а часом і неповної інформації дає змогу адекватного реагування на найбільш небезпечні варіанти розвитку пожежі та уможливорює своєчасне попередження про можливість виникнення критичної ситуації в тій чи іншій точці об'єкта управління.

Шкода, проте основними проблемами реалізації такої схеми розроблення АСППР є формування максимально повної бази даних, яка має сприяти точним розрахункам за допомогою програмного модуля та проблема інтерпретації отриманих результатів як нечіткої інформації, а також оптимізації ідентифікованих залежностей.

Висновки:

1. Проаналізовано основні проблеми, з якими стикаються КГП під час ліквідації надзвичайних ситуацій на зернових елеваторах, які пов'язані з нечіткою, суперечливою, недостатньою чи надлишковою інформацією про перебіг пожежі, а також з слабкою структурованістю поставленої задачі.

2. Розроблена принципова структура АСППР під час гасіння пожеж на зернових елеваторах, визначені її складові елементи, окреслені їх пріоритети та порядок взаємодії.

Література:

1. Джулай А.Н. Структуризация задач и функциональных модулей системы поддержки принятия решений при пожаротушении на основе принципа информационного единства / А.Н. Джулай, А.А. Быченко // International Book Series «Information Science and Computing». – Варна. – 2008. – № 3. – С. 139-144.

2. Джулай А.Н. Структурный анализ информационной технологии автоматизированной поддержки принятия решений при пожаротушении / А.Н.Джулай // Искусственный интеллект. – 2005. – № 3. – С. 392-398.

3. Корнійчук В.В. Вибухонебезпека елеваторного пилу та вибухозахист елеваторів / В.В. Корнійчук, Ю.І. Грицюк // Пожежна безпека: зб. наук. праць. – Львів : Вид-во ЛДУ БЖД. – 2011. – № 19. – С. 55-61.

4. Корнійчук В.В. Особливості розроблення системи підтримки прийняття рішень під час ліквідації надзвичайних ситуацій на зернових елеваторах / В.В. Корнійчук, Ю.І. Грицюк // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності : зб. наук. праць. – Львів : Вид-во ЛДУ БЖД. – 2011. – № 5. – С. 113-118.

5. Нечипоренко О.А. Использование технологии Case-Based Reasoning в проектировании программных систем / О.А. Нечипоренко // Перспективные информационные технологии и информационные среды. – Таганрог. – 2002. – № 3. – С. 27-32.

6. Шерстюк В.Г. Сценарно-прецедентный подход к управлению динамическими объектами в стесненных навигационных условиях / В.Г.Шерстюк // Штучний інтелект. – 2011. – № 1. – С. 113-123.

7. Шерстюк В.Г. Формальная модель гибридной сценарно-прецедентной СППР / В.Г. Шерстюк // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – Херсон. – 2004. – №1(13). – С. 134-142.

В.В. Корнійчук, Ю.І. Грицюк, Т.Г. Бережанський

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ЗЕРНОВЫХ ЭЛЕВАТОРАХ

Рассмотрены проблемы, с которыми связан процесс тушения пожаров на зерновых элеваторах и роль руководителя тушения пожара в принятии ключевых решений. Предложена концепция реализации автоматизированной системы поддержки принятия решений (АСППР) на основе сценарно-прецедентного подхода к управлению динамическими объектами и указаны особенности ее проектирования. Определена взаимосвязанная система заданий для полноценного функционирования предложенной АСППР, принцип действия, структура и функции ее составных частей: базы данных и программного модуля. Установлено, что внедрение АСППР значительно облегчает решение сложных управленческих задач в условиях быстрого изменения обстановки и слабой структурированности входных данных.

Ключевые слова: зерновой элеватор, руководитель тушения пожара, автоматизированная система поддержки принятия решений, сценарно-прецедентный подход, база данных, программный модуль.

V.V. Korniychuk, Yu.I. Hritsyuk, T.G. Berezhanskiy

CONCEPTION OF ELABORATION OF AUTOMATED DECISION SUPPORT SYSTEM FOR EXTINGUISHING FIRES ON GRAIN ELEVATORS

Problems related to process of fire extinguishing on grain elevators and the role of head of firefighting in decision of key solutions were considered. The conception of implementation of automated decision support system (ADSS) based on screenwriting-precedential approach to management of dynamic objects is proposed and also is indicated on the features of its projection. Interconnected tasks system for full functioning of the proposed ADSS, its action principle, structure and function of its components (database and program module) was defined. It is set that the implementation of ADSS considerably facilitates solution of complicated management tasks in conditions of a fast situation change and weak structuring of the input data.

Key words: grain elevator, head of firefighting, automated decision support system, screenwriting-precedential approach, database, program module.