

## **КОНЦЕПЦІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ 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 впровадження автоматизованої системи підтримки прийняття рішень (АСПІР) 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 АСПІР, принцип дії, структура та функції її складових частин: бази даних та програмного модуля. Встановлено, що впровадження АСПІР 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 зокрема [6]. 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 й часто суперечливої інформації. Слабка структурованість поставленої задачі полягає в тому, що більшість її параметрів має не кількісне, а якісне відображення. Як відомо [1], в неструктурованій проблемі всі параметри рішення виражаються якісно, а їх кількісну характеристику важко визначити через «розмитість» суджень. Враховуючи те, що кожна пожежа є унікальною, неможливо передбачити її подальший перебіг, позаякможливих 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 вимагає значного досвіду особи, яка приймає рішення. Саме це створює основну проблему у створенні систем підтримки прийняття рішень (СПІР) для КГП, основне наповнення яких обмежується лише кількісними показниками (планами та схемами об'єкту, типовими алгоритмами дій персоналу та рятувальників у випадку надзвичайної ситуації, можливими наслідками при виникненні пожежі в найбільш імовірних місцях) [1]. Загальним підходом до вирішення нечітких етапів, за які відповідає КГП, є проведення, наскільки це можливо, структурування та вирішення

подальшої нечіткої частини поставленої задачі за допомогою експертних методів для оцінювання параметрів рішень, вироблення критеріїв ефективності рішень, а також розроблення й оцінювання різноманітних варіантів рішень.

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. Відповідно, рішень КГП, зумовлених нечіткістю початкових умов, може бути також велика кількість. Потреба планування великої кількості варіантів рішень в СППР повинна 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.

Отож, метою роботи є розроблення концепції впровадження автоматизованої системи підтримки прийняття рішень для гасіння пожеж на зернових елеваторах, яка значно полегшить рішення 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 схему та визначити її складові елементи, окреслити їх пріоритети та порядок взаємодії.

Модель АСППР має дві складові [7]. 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 [2], який передбачає виконання завдань шляхом адаптації деякого рішення, яке використовувалось раніше в аналогічних ситуаціях. При виникненні проблемної 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 вимагає 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 зберігається у базі даних. Ця особливість моделювання робить цінними в ході планування будь-яких рішень – правильних і хибних, створюючи варіативність вибору особою, яка приймає рішення.

Типовий прецедент представляє структуру, яка складається з опису проблеми, що характеризує ситуацію на момент виникнення пожежі, та перелік рішень, який містить список можливих варіантів прийняття рішень, а також можливі ситуації, які ймовірно складуться після вибору прецеденту.

Враховуючи наведене вище, прецедент можна розглядати як інтелектуальний засіб формування плану компенсації ситуаційних відхилень, рішення прецеденту – як план дій, направлених 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 часу перебігу пожежі.

Реалізована на базі цієї логічної схеми АСППР значно покращить аналітичне забезпечення процесів підтримки прийняття рішень КГП на зернових елеваторах в умовах обмеженого часу та ресурсного потенціалу.

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 та 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 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'єкту тощо). В п'яту таблицю заносяться динамічна інформація на кшталт погодних умов, стану транспортного завантаження доріг, оптимальних маршрутів до об'єкту тощо [5].

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 АСППР має бути представлена так, щоб розрахунок був максимально автоматизованим і вимагав мінімальної присутності експертів; існувала можливість оперативного внесення даних у випадку, якщо проміжний результат буде відрізнятися від очікуваного; розроблена структура бази даних була такою, щоб передбачати внесення нечітких даних.

Принцип дії класичної сценарно-прецедентної автоматизованої системи підтримки прийняття рішень КГП на зерновому елеваторі може бути представлений у вигляді схеми АСППР [5]:

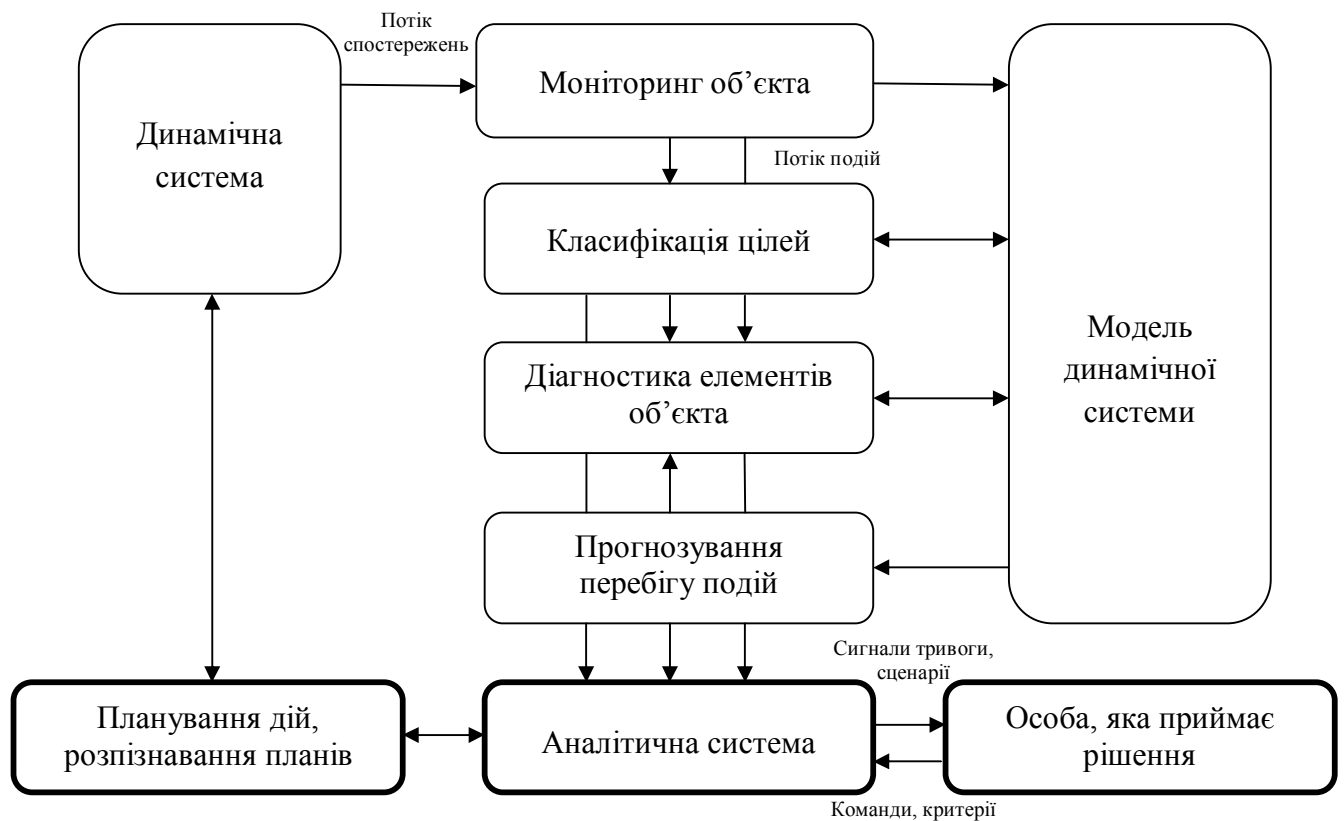


Рис. 1 – Задачі управління динамічними об'єктами, які вирішуються за допомогою автоматизованої системи підтримки прийняття рішень

Повноцінна робота АСППР має розглядатись на трьох ієрархічних рівнях [2]. Верхній рівень управління має бути рівнем планування, 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. Цей рівень є більш динамічним і варіативним, ніж попередній, тому він вимагає постійного контролю оператором за перебігом подій. Нижній рівень управління є оперативним рівнем, який відповідає за коригування вхідних даних у випадку відхилення від запланованого сценарію. Використання парадигми сценаріїв, планів і прецедентів передбачає управління системою на всіх трьох рівнях сценарно-прецедентного підходу.

Кожен з пожежно-рятувальних підрозділів, які беруть участь в ліквідації надзвичайної ситуації, може бути представлений як динамічний об'єкт [4] для побудови загальної динамічної системи з  $n$ -управліннями ( $n$  – кількість динамічних об'єктів) та безперервним часом, вводиться перехідна функція  $f(n)$ , яка задає закон зміни станів системи. Усі можливі ситуаційні відхилення розглядаються крізь призму системних станів з пошуком найбільш відповідних стратегій поведінки динамічних об'єктів для компенсації відхилення. Сучасні

технології опису структурних і динамічних процесів, які ґрунтуються на застосуванні комп'ютерної техніки, та створенні у вигляді багатофункціональних баз даних, дають змогу автоматизувати процес аналізу немонотонної інформації та реалізувати прогнозування розвитку ситуації у вигляді АСППР. Вони відкривають нові можливості для об'єктивних експертних оцінок параметрів приміщень зернового елеватора та часових характеристик процесу поширення пожежі. Розроблення та впровадження 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 своєчасного попередження про можливість виникнення критичної ситуації в тій чи іншій точці об'єкта управління.

Шкода, проте основними проблемами реалізації цього напрямку 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. Розглянуті основні проблеми, з якими стикаються КГП під час гасіння пожеж 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 автоматизованої системи підтримки прийняття рішень під час гасіння пожеж на зернових елеваторах, визначені її складові елементи, окреслені їх пріоритети та порядок взаємодії.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. 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.

2. 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.

3. 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.

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

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

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

7. 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.

*V.V. Korniychuk, Yu.I. Hrytsyuk, T.G. Berezhanskiy*

### **КОНЦЕПЦИЯ ВНЕДРЕНИЯ 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 внедрения 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. Hrytsyuk, T.G. Berezhanskiy*

### **CONCEPTION OF IMPLEMENTATION OF AUTOMATED DECISION SUPPORT SYSTEM FOR EXTINGUISHING FIRES ON GRAIN ELEVATORS**

Problems related to process of fire extinguishing on grain elevators and value of head of firefighting in decision of key solutions were considered. The conception of implementation of automated decision support system 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 input data.

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