

13. Королев А. А. Технологии ГИС в управлении земледелием / А. А. Королев // Геоматика. – 2011. – № 2. – С. 80-84.

14. Трускавецкий С. Р. Методика составления электронных почвенных карт по материалам многоспектральной космической съемки / С. Р. Трускавецкий, Т. Ю. Бындыч, М. Н. Гичка // Аэрокосмические методы. – 2008. – № 3. – С. 38-42.

15. Аграрные новости – оптимизация видовой структуры посевных площадей [Электронный ресурс] // Аграрный край. – 2012. – № 6. – Режим доступа: <http://www.agrkraj.ru/novosti/optimizatsiya-strukturyi.html>.

16. Журкин И. Г. Геоинформационные системы / И. Г. Журкин, С. В. Шайтура. – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272 с.

17. Бурачек В. Г. Основы геоинформационных систем: монография / В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, В. І. Зацерковний. – Ніжин: Аспект-Поліграф, 2011. – 512 с.

18. Бурачек В. Г. Геоінформаційний аналіз просторових даних: монографія / В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, В. І. Зацерковний. – Ніжин: Аспект-Поліграф, 2011. – 440 с.

УДК 004.2

**О.О. Кряжич**, аспірант

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України, м. Київ, Україна

**В.Д. Захматов**, д-р техн. наук

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ, Україна

## ВІДПОВІДНІСТЬ МОДЕЛІ ППР ІМПУЛЬСНОЇ ВИБУХОПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПОТРЕБАМ ПІДПРИЄМСТВА

*У статті проводиться дослідження вимог відповідності інформаційної моделі ППР у сфері імпульсної вибухопожежної безпеки потребам хімічного підприємства. Досліджені зміни цільової функції та вимоги, які висуваються до інформаційної моделі за змін ситуації на виробництві. Запропоновані алгоритми аналізу змін та розвитку ситуації та їх математичне обґрунтування.*

**Ключові слова:** імпульсний засіб, модель, параметр, інформованість, відношення, фактор, система.

*Критическое состояние основных производственных фондов химических предприятий представляет угрозу возникновения техногенных катастроф. С целью предупреждения аварий, своевременной локализации и ликвидации пожаров и взрывов, было предложено внедрение новой импульсной техники многоплановой защиты. Применение данной техники вызывает необходимость создания новых моделей для поддержки принятия решений (ППР). В статье проводится исследование требований соответствия информационной модели ППР в сфере импульсной взрывопожарной безопасности потребностям химического предприятия.*

**Ключевые слова:** модель, импульсные системы, защита, адекватность, функция, информация.

*The critical condition of the basic production assets of the chemical enterprises threat of occurrence of technogenic accidents is. For the purpose of the prevention of failures introduction of new pulse technics of multiplane protection is offered. It also promotes timely localisation and liquidation of fires and explosions. Application of the given technics causes of creation of new models of Decision Support Systems (DSS). It completely as a result of use of pulse technics of multiplane protection is excluded. In article research of requirements of conformity of information model DSS in sphere of pulse safety from fires and explosions to requirements of the chemical enterprise is spent.*

**Key words:** model, pulse systems, adequacy, function, information.

**Постановка проблеми.** Одним з головних забруднювачів довкілля виступає хімічна промисловість. За інформацією МНС України, зараз функціонує 1810 об'єктів, на яких зберігається або використовується у виробничій діяльності понад 283 тис. тонн сильнодіючих отруйних речовин. Всього у зонах можливого хімічного зараження від цих об'єктів мешкає близько 22 млн. чол. При цьому майже всі хімічні підприємства мають застаріле обладнання, порушують межі санітарно-захисних зон, мають дуже неефективні очисні споруди. За останніми даними, знос основних виробничих фондів хімічних підприємств України становить майже 70,9 %.

Зазначені аспекти стану хімічних підприємств в Україні приводять до розуміння нагальної потреби в модернізації системи вибухопожежного захисту підприємства, щоб привести її у відповідність до реальних потреб об'єкта управління. У зв'язку з цим висуваються і нові вимоги до інформаційної моделі забезпечення безпеки підприємства.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження особливостей та потреб організаційних систем проводяться М.З. Згуровським, Н.Д. Панкратовою [1], включаючи аналіз потреб підприємств конкретної галузі або сфери діяльності. Інформаційне моделювання широко розроблене і представлене в багатьох роботах, але інформаційне моделювання у сфері дослідження ризиків та залежності виробничих цілей підприємства щодо завдання забезпечення техногенної безпеки останнім часом розглядалися у роботах В.А. Косс [2], О.М. Серебровського [3], А.Б. Качинського [4]. Слід зазначити, що останній автор детально досліджує саме системний підхід при моделюванні забезпечення безпеки складних систем, зокрема і небезпечних об'єктів, з дослідженням їх вимог до забезпечення цільової функції системи забезпечення безпеки.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Проте, незважаючи на накопичений досвід, в аспекті визначення відповідності інформаційної моделі потребам підприємства існує ще багато проблемних питань, а у ракурсі інформаційного моделювання імпульсного вибухопожежного захисту взагалі досліджень не проводилося. Також є малодослідженими питання щодо трансформації цільової функції підприємства під час вирішення проблем запобігання кризовій ситуації, взаємодії штатної та кризової системи управління за умов зміни ситуації на об'єкті, вирішення задачі визначення такої структури системи забезпечення імпульсної вибухопожежної безпеки, за якої аварійна ситуація не вийде за межі промислового об'єкта.

**Мета статті.** Метою статті є дослідження відповідності інформаційної моделі підтримки прийняття рішень (ППР) імпульсної вибухопожежної безпеки потребам хімічного підприємства.

**Виклад основного матеріалу.** Необхідність підвищення вибухопожежної безпеки хімічних підприємств, у тому числі і шляхом впровадження нових підходів при побудові систем підтримки прийняття рішень, викликано рядом причин:

- підвищується частота аварійних станів та складність їх наслідків як підсумок зносу і старіння основних засобів;
- системи вибухопожежної безпеки існуючих хімічних підприємств не розраховані на той рівень зносу об'єктів, який зафіксований;
- існуючі засоби вибухопожежної безпеки не розраховані на одночасну ліквідацію пожежі на хімічному підприємстві та локалізацію викидів чи розливів небезпечної речовини;
- прийняття рішень на місці аварії призводить до необґрунтованих витрат засобів та сил, ураження особового складу та персоналу підприємства.

Тож, у зазначених умовах важливим завданням виступає забезпечення потенційно небезпечних об'єктів новою відносно недорогою, легкою в монтуванні та обслуговуванні й одночасно ефективною технікою та технологією вибухопожежної безпеки. Як варіант таких техніки та технології пропонується використання нових імпульсних засобів багатопланового захисту, які можуть діяти одночасно проти пожежі, вибуху та викиду чи розливу небезпечної речовини. Пропоновані імпульсні засоби багатопланового захисту значно підвищують ефективність гасіння та скорочують час реагування на подію [5].

Впровадження нової імпульсної техніки вибухопожежного захисту вимагає створення нової інформаційної моделі системи підтримки прийняття рішень з забезпечення безпеки підприємства.

Для системи імпульсного багатопланового захисту на хімічному підприємстві процедури системи управління будуть однотипними за формальним визначенням, але різні за структурною реалізацією. Кожен підрозділ підприємства буде з врахуванням особливостей свого технологічного процесу формулювати свій вектор-функцію на базі власного визначення цілей та стратегій дій. У випадку системної невизначеності, ситуацію

слід представити у вигляді визначених факторів, які можна навести у формальному вигляді для застосування у моделі. При цьому сприятливою умовою є незалежність впливу факторів, умов та обмежень, що досліджуються [1]:

$$\begin{aligned} f_{1i1} &= f_{11i1}(x_1) + f_{12i1}(\mathcal{E}_2) + f_{13i1}(\alpha_1), i_1 = \overline{1, m_1}, \\ f_{2i2} &= f_{21i2}(\mathcal{E}_2) + f_{22i2}(x_2) + f_{23i2}(\alpha_2), i_2 = \overline{1, m_2}, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $f_{1i1}$  – цільова функція першого підрозділу;  $f_{2i2}$  – цільова функція другого підрозділу;  $f$  з індексами 11-13 та 21-23 – складові функцій;  $x$  – вектор зміни складових функцій;  $i$  – компонента мети;  $\alpha$  – вектор характеристики ситуації, що відбувається;  $m$  – загальна кількість факторів, що описують ситуацію.

Тобто, для першої функції складові описують  $i_1$  компоненту мети як функцію від вектора  $x_1$ , який змінюється в окремому підрозділі хімічного підприємства; другим компонентом є прогнозована функція вектора дії іншого підрозділу того ж підприємства, третя компонента описує ситуацію, яка залежить від вектора  $\alpha$ , який кількісно характеризує ситуацію. Аналогічний опис і для іншої наведеної функції.

Слід також відзначити роль одного підрозділу відносно інших, враховуючи невизначеність, неповноту та недостовірність інформації про дії інших підрозділів. Але для умов вибухопожежної ситуації цілі всіх підрозділів взаємозалежні й описуються мультиплікативними функціями:

$$\begin{aligned} [1 + f_{1i1}(x_1; \mathcal{E}_2; \alpha_1)] &= [1 + f_{11i1}(x_1)]^{\gamma_{11i1}} \cdot [1 + f_{12i1}(\mathcal{E}_2)]^{\gamma_{12i1}} \cdot [1 + f_{13i1}(\alpha_1)]^{\gamma_{13i1}}; i_1 = \overline{1, m_1}, \\ f_{1i1}(x_1; \mathcal{E}_2; \alpha_1) &= \{ [1 + f_{11i1}(x_1)]^{\gamma_{11i1}} \cdot [1 + f_{12i1}(\mathcal{E}_2)]^{\gamma_{12i1}} \cdot [1 + f_{13i1}(\alpha_1)]^{\gamma_{13i1}} - 1 \}; i_1 = \overline{1, m_1}, \end{aligned} \quad (2)$$

де  $x, \mathcal{E}$  – аргументи, що позначають вирішення непов'язаних задач;  $\gamma$  – параметри події, що відбувається.

Маючи на увазі, що за своїм фізичним розумінням функції ( $f$ ), аргументи ( $x, \mathcal{E}$ ) і параметри ( $\gamma$ ) входять у співвідношення (2), задовольняють умови:

$$\begin{aligned} f_{1i1}(x_1; \mathcal{E}_2; \alpha_1) &\geq 0; f_{11i1}(x_1) \geq 0; x_1 = (x_{1j1} | x_{1j1} \geq 0; j_1 = \overline{1, n_{1j1}}), \\ \mathcal{E}_2 &= (x_{2j2} | \mathcal{E}_{2j2} \geq 0; j_2 = \overline{1, n_{2j2}}); \alpha_1 = (\alpha_{1k1} | \alpha_{1k1} \geq 0; k_1 = \overline{1, k_{01}}), \\ \gamma_{11} &= (\gamma_{11i1} | \gamma_{11i1} \geq 0; i_1 = \overline{1, m_1}); \gamma_{12} = (\gamma_{12i1} | \gamma_{12i1} \geq 0; i_1 = \overline{1, m_1}), \\ \gamma_{13} &= (\gamma_{13i1} | \gamma_{13i1} \geq 0; i_1 = \overline{1, m_1}); \gamma_{11i1} \in \gamma_{11}; \gamma_{12i1} \in \gamma_{12}; \gamma_{13i1} \in \gamma_{13}, \end{aligned} \quad (3)$$

де  $f_{1i1}(x_1; \mathcal{E}_2; \alpha_1)$  – функція, що описує узагальнені параметри безпеки виробничої системи в цілому;  $\mathcal{E}_2$  – аргумент, що позначає вирішення задачі, важливої для першого і другого підрозділу;  $\gamma_{11,13}$  – параметри найбільш значущих для підрозділів регламентованих подій, що відбуваються, то вираз (2) можна представити в адитивній формі за алгоритмом [1]:

$$f_{1i1}(x_1; \mathcal{E}_2; \alpha_1) = \exp \{ \gamma_{11i1} \ln [1 + f_{11i1}(x_1)] + \gamma_{12i1} \ln [1 + f_{12i1}(\mathcal{E}_2)] + \gamma_{13i1} \ln [1 + f_{13i1}(\alpha_1)] \} - 1. \quad (4)$$

У цьому випадку адитивність функції виробничої системи означає, що безпека виробничої системи залежить від забезпечення безпеки її окремих підрозділів, вирішення задач, які стоять перед кожним підрозділом з забезпечення вибухопожежної безпеки та підтримки параметрів подій, що визначаються регламентом об'єкта.

Тобто, будь-які мультиплікативні функції можна привести до адитивного представлення і розкрити системну невизначеність, яка є основною проблемою існуючих моделей, що примушує на перших етапах ліквідації аварійної ситуації застосовувати типові моделі, далекі від існуючої ситуації з неузгодженням у часі.

З огляду на те, що хімічне підприємство, як складна система (мікросередовище – МіС), функціонує відповідно до завдань макросередовища (МаС), здійснює взаємодію

із середовищем та забезпечує умови стійкості підприємства, що визначені в проектній документації, показник відповідності поточного стану підприємства системним вимогам можна сформулювати як здатність функціонувати за призначенням (виконувати функціональні завдання від макросередовища):

$$F_{MIC} = F_1 + F_2 + \dots + F_i + \dots + F_n, \quad (5)$$

де  $F_{MIC}$  – цільова функція підприємства (мікросистеми);  $F_{1,2,\dots,i,\dots,n}$  – перелік типових завдань, які здатне реалізувати хімічне підприємство, як відкрита система й об'єкт управління, за призначенням.

Кожний з наведених показників є системним аспектом хімічного підприємства по відношенню до цільової функції об'єкта. Саме на цей показник націлений вектор дії імпульсної вибухопожежної системи.

Хімічне підприємство, як складна система, є сукупністю структурно упорядкованих ресурсів, пов'язаних єдиною метою, балансується інформацією про єдиний регламент функціонування у формі рішень персоналу.

Мета існування хімічного підприємства формулюється органом управління, яке утворює цей об'єкт для реалізації певної частини своїх функцій та завдань. Метасистема формулює цільову функцію своїх об'єктів. Для її адаптації до позиції хімічного підприємства відносно забезпечення імпульсної вибухопожежної безпеки треба переформулювати цільову функцію хімічного підприємства [2] з огляду на системні обмеження щодо зазначеного виду безпеки функціонування конкретного підприємства, визначити нові функції об'єкта, перелік його завдань з безпеки, які реалізуються за типовими проектними технологіями, що для системи вибухопожежної безпеки хімічного підприємства можна представити у вигляді алгоритму (рис.1).

Трансформація цільової функції з забезпечення імпульсної вибухопожежної безпеки проходить три етапи і завершується в процедурах доведення рішення керівництва підприємства до конкретних виконавців:

- команди, сигнали щодо підготовки до використання ресурсів;
- команди, сигнали щодо підготовки до використання середовища;
- команди, сигнали щодо виконання регламенту та повноважень.

Три етапи на шляху трансформації цільової функції обумовлюють потрібну природу циклічних процесів управління складною системою хімічного підприємства, у тому числі – і доводять необхідність потрібного контуру управління імпульсною системою вибухопожежного захисту підприємства (автоматичного, автоматизованого і ситуаційного).

Для визначення відповідності моделі відносно конкретного моменту часу з виконання виробничого завдання з визначеним рівнем ризику, а також з врахуванням ресурсу припустимого ризику, що забезпечували б можливість переходу від нештатного режиму до штатного з недопущенням розвитку катастрофічних явищ, можна використати підхід аналізу складних технічних систем [1].

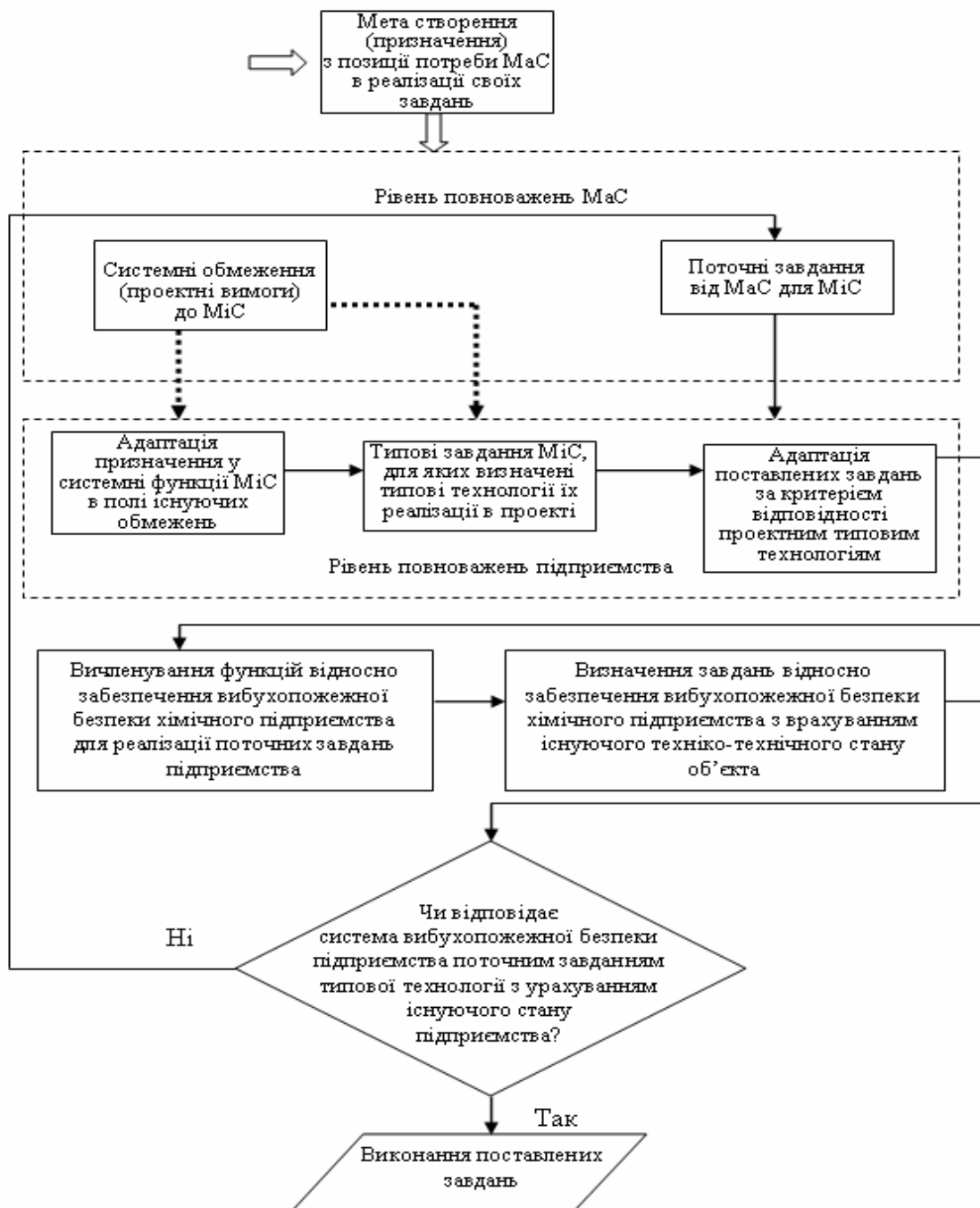


Рис. 1. Блок-схема алгоритму трансформації цільової функції в процедурах управління вибухопожежною системою МіС

Функціонування системи характеризується описом ситуацій, які показують стан складної системи  $S_1, S_2, \dots, S_n, \dots$ , де кожен стан  $S_n$  заданий конкретними показниками процесів функціонування системи  $(Y_n, X_n, U_n)$ , впливом зовнішнього середовища та факторів ризику  $\Xi_k$ :

$$S_n = \{Y_n \in Y \wedge X_n \in X \wedge U_n \in U \wedge \Xi_n \in \Xi\}, \quad (6)$$

де значення показника в момент часу  $T_n \in T^+$  визначають відношення:

$$\begin{aligned}
Y_s &= Y_s^{\in}[T_s]; X_s = X_s^{\in}[T_s]; U_s = U_s^{\in}[T_s]; \Xi_s = \Xi_s^{\in}[T_s]; \\
T_s &= \{t_s | t_s > t_{s-1}\}; T_s \in T^{\pm}; T^{\pm} = \{t | t^- \leq t \leq t^+\} \\
Y &= (Y_i | i = \overline{1, m}); X = (X_j | j = \overline{1, n}); \\
U &= (U_q | q = \overline{1, Q}); \Xi = (\Xi_p | p = \overline{1, P});
\end{aligned}
\tag{7}$$

де  $Y$  – множина зовнішніх параметрів  $Y_i$ , яка утримує всі показники якісного функціонування системи, у тому числі ті, які характеризують безпечне функціонування;  $X$  – множина внутрішніх параметрів  $X_j$ , до складу якої входять конструктивні, технологічні та інші показники, включаючи ті, які дозволяють визначити стан зносу основних виробничих фондів;  $U$  – множина керуючих параметрів  $U_q$ ;  $\Xi$  – множина параметрів впливу зовнішнього середовища  $\Xi_p$  та факторів ризику;  $Y_s^{\in}[T_s], X_s^{\in}[T_s], U_s^{\in}[T_s], \Xi_s^{\in}[T_s]$  – множина значень відповідних параметрів в момент часу  $T_s$ ;  $T^{\pm}$  – заданий або прогнозований період функціонування активного об'єкта.

Хімічне підприємство, як складна система, має керований режим функціонування  $\tilde{R}_{tr}^+$ , який обумовлений  $U_{tr}$  системи управління безпекою, які протягом періоду  $T_{tr}^{\pm}$  призводить до переходу нештатного режиму  $R_{os}$  до штатного режиму  $R_{sd}$ . Тобто режим  $\tilde{R}_{tr}^+$  характеризується функціоналом:

$$\tilde{R}_{tr}^+ : R_{os} \xrightarrow{U_{tr}} R_{sd},
\tag{8}$$

який визначає процес переходу режиму за межами регламенту до режиму, обумовленого регламентом, під впливом системи управління за конкретною моделлю.

Визначення відповідності інформаційної моделі умовам надання повної, своєчасної та достовірної інформації є результатом обраної стратегії управління. Під час формалізації і рішення задач у процесі управління велике значення мають якісні характеристики використаної інформації.

У моделі трансформації інформації в процедурах управління вибухопожежною безпекою хімічного підприємства (рис. 1) наведена технологія поступового переходу від інформаційної невизначеності завдання щодо вибухопожежної безпеки підприємства до повної визначеності команд і сигналів на його реалізацію, і зворотна трансформація від маси неупорядкованих даних моніторингу до повного аналізу вибухопожежного стану системи і її можливостей. Модель показує природну потребу системи управління в перевірці інформації на різних рівнях її трансформації щодо її несуперечності та повноти, адже неузгодженість програм і планів, суперечність законів та нормативних актів ведуть до зростання ентропії інформації управління.

Повноту інформації можна охарактеризувати показником повноти інформованості  $I_q$ :

$$I_q = \frac{Q - Q^-}{Q^+ - Q^-},
\tag{9}$$

де  $Q^+, Q^-$  – відповідно максимально доцільний та мінімально припустимий обсяг інформації, необхідний для прийняття рішень у визначених умовах;  $Q$  – обсяг інформації, яку має особа, що приймає рішення (ОПР) в наявній ситуації.

Величини, що характеризують повноту інформованості, можна представити на дереві подій [4] для аварії на хімічному підприємстві (рис. 2).

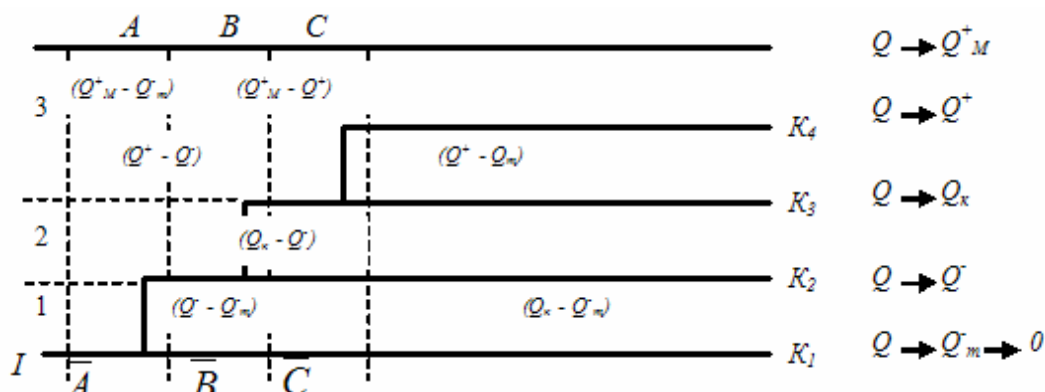


Рис. 2. Повнота інформованості ОПР в розрізі подій для аварії на хімічному підприємстві

На рисунку 2 застосовані наступні визначення:  $I$  – вихідна подія;  $A, B, C$  – спрацьовування систем безпеки;  $\bar{A}, \bar{B}, \bar{C}$  – відмови систем безпеки;  $K_1, K_2, K_3, K_4$  – кінцеві події;  $Q = Q_m$  – рівень повної відсутності інформації про чинники з заданої множини ситуацій;  $Q = Q^-$  – рівень мінімально припустимого обсягу інформації для прийняття рішень у визначених умовах;  $Q = Q^+$  – рівень максимально доцільного обсягу інформації для прийняття рішення у визначених умовах;  $Q = Q_m^+$  – рівень максимально повної інформації про чинники з заданої множини ситуацій;  $Q = Q_k$  – рівень, який відповідає  $k$ -ситуації заданої множини.

Також на рисунку 2 виділені ділянки:

- ділянка 1 відповідає рівню недостатньої повноти інформованості (критичні умови переходу аварії в катастрофу);
- ділянка 2 визначає область раціональної повноти інформованості ОПР (перехід від умов, визначених регламентом, до нерегламентованих умов);
- ділянка 3 відповідає області надмірної повноти інформованості ОПР (робота в умовах, визначених регламентом).

Таким чином, міра невизначеності інформації управління за своєю суттю і є показником неповноти інформації у ОПР для визначення ситуації та прийняття відповідних до ситуації рішень. Основний критерій оцінки стану об'єкта управління за обраною моделлю оцінки ситуації визначається як здатність об'єкта управління функціонувати за призначенням без виникнення аварійних ситуацій.

Своєчасність інформованості можна аналогічно дослідити на дереві подій.

Повнота та своєчасність інформації є необхідними умовами, але ще одна умова – несуперечність інформації. Суперечність може бути виявленою шляхом порівнянь ідентичних ознак у записах про різні види інформації, що належать до одного імені.

Одна з задач інформаційної моделі хімічного підприємства – гармонійно поєднати технології кризового моніторингу та кризового управління з процедурами управління ресурсами, інфраструктурою, регламентом, загальним моніторингом об'єкта. Технології підтримки прийняття рішень у зазначеній ситуації, як правило, спираються на експертні системи, системи прийняття колективних рішень та будуються переважно на апараті нечіткої логіки в умовах невизначеності. Експертні методи доповнюються математичними моделями.

Проблема полягає в тому, що на практиці у технологіях управління макросистемою ще й досі не став очевидним наслідковий зв'язок між своєчасним застосуванням технології кризового управління до ситуації на об'єкті і намаганням уникнути кризи шляхом застосування технології штатного управління. Саме своєчасність визначення кризової ситуації, що значно відрізняється від штатної ситуації і не може бути виправленою методами тільки штатного управління, є загальною проблемою технології управління для багатьох хімічних підприємств і потребує дослідження для подальшого застосування результатів у проектах з забезпечення підтримки прийняття рішень.

З погляду на весь цикл можливих ситуацій на об'єкті, технологія ситуаційного управління повинна не відокремлюватись від штатної системи управління, а створювати цілісну систему, яка підтримує органи управління в штатних ситуаціях, у питаннях упередження кризи, переходу від штатного до кризового управління і в кризовому управлінні тощо.

Надзвичайна подія на хімічному підприємстві, як правило, має розвиток у вигляді процесів різної природи, більшість з яких підпадає під дію теорії самоорганізованої критичності, коли одне явище залежить від значного числа незалежних випадкових подій [4]. Такий підхід доцільно застосовувати для аналізу моделі у тих випадках, коли відомі різноманітні фактори ризику, що можуть призвести до тієї чи іншої надзвичайної ситуації. У випадку з хімічним підприємством ці фактори можна визначити з великою достовірністю завдяки ПЛАСу або паспорту об'єкта.

Трирівнева побудова системи імпульсного вибухопожежного захисту дозволяє отримати переваги часу в порівнянні з традиційними засобами пожежогасіння, щоб здійснити перебір факторів та провести ситуаційну оцінку можливого розвитку подій за допомогою експертних методів в ситуаційно-кризовому центрі підприємства.

**Висновки і пропозиції.** У статті визначено комплекс відповідності інформаційної моделі ППР імпульсної вибухопожежної безпеки потребам об'єкта управління – хімічного підприємства.

Зазначені аспекти стану хімічних підприємств в Україні приводять до розуміння загальної потреби в модернізації системи вибухопожежного захисту підприємства, щоб привести її у відповідність до реальних потреб об'єкта управління. При цьому інформаційна модель підтримки прийняття рішень у системі імпульсного вибухопожежного захисту хімічних підприємств повинна відбивати умови різних видів: невизначеність ситуації, невизначеність впливу окремих факторів на розвиток ситуації та невизначеність стану засобів протиаварійного захисту на підприємстві або у його підрозділах і використовувати наряду з формалізованими неформалізовані процедури.

З проведених досліджень щодо відповідності інформаційної моделі ППР імпульсної вибухопожежної безпеки підприємства системним потребам підприємства можна зазначити, що взаємодія визначених аспектів функціонування підприємства повинна реалізувати його призначення без переходу до кризового режиму функціонування, що забезпечується застосуванням імпульсних засобів вибухопожежного захисту. Суть взаємодії полягає в тому, що ресурси, регламент та рішення персоналу у сфері імпульсного вибухопожежного захисту виступають балансуєчим фактором. При цьому цільова функція в аспекті вибухопожежного захисту лишається незмінною протягом циклу функціонування підприємства – безаварійне функціонування або швидке повернення нештатної ситуації до штатного режиму за допомогою імпульсних засобів вибухопожежного захисту. Досягнення цього критерію доводить відповідність моделі управління системним потребам об'єкта управління.

При зміні ситуації на об'єкті управління часто виникають фактори, які не можуть бути одразу ж з'ясованими та зрозумілими як причинно-наслідковий зв'язок подій. Це є випадком повної відсутності формалізованих знань. Відповідність моделі при зміні ситуації можна визначати за допомогою експертних систем за умов своєчасної, повної та достовірної інформації, що складає основу реалізації інтуїтивної функції ППР. Методи обробки такої інформації потребують спеціального інструментарію та наукових методів досліджень.

#### Список використаних джерел

1. Згуровський М. З. Системний аналіз. Проблеми, методологія застосування / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова. – К.: Наукова думка, 2011. – 728 с.
2. Косс В. А. Умови відповідності моделі управління системним потребам об'єкта управління / В. А. Косс // Математичні машини і системи. – 2007. – № 1. – С. 12-18.



3. Серебровский А. Н. Об одном методе вероятностного анализа безопасности потенциально опасных объектов / А. Н. Серебровский // Математические машины и системы. – 2002. – № 1. – С. 41-48.

4. Качинський А. Б. Засади системного аналізу безпеки складних систем / А. Б. Качинський. – К.: ДП «НВЦ «Євроатлантикінформ», 2006. – 336 с.

5. Захматов В. Д. Личное оружие пожарного для тушения пожаров в лесу, небоскребах и зонах катастроф / В. Д. Захматов, Н. В. Щербак // Пожарная безопасность в строительстве. – 2011. – № 3. – С. 58-65.

УДК 331.452

**Т.М. Таїрова**, канд. хім. наук

Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці, м. Київ, Україна

## СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ СТАНУ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ В УКРАЇНІ

*Досліджено динаміку змін показників стану безпеки праці на підприємствах України. Встановлено пряmlinійний зв'язок між смертельним травматизмом та показником небезпечності машин. Запропоновано новий методологічний підхід до прогнозування рівня смертельного травматизму, що відбувається під час роботи на несправному обладнанні.*

**Ключові слова:** показник стану безпеки праці, смертельний травматизм, прогнозування.

*Исследовано динаміку изменений показателей состояния безопасности труда на предприятиях Украины. Установлено прямолинейную зависимость между смертельным травматизмом и показателем опасности машин. Предложено новый методологический подход к прогнозированию уровня смертельного травматизма, который происходит при работе на неисправном оборудовании.*

**Ключевые слова:** показатель состояния безопасности труда, смертельный травматизм, прогнозирование.

*Investigated the dynamics of changes in the values of the safety in enterprises of Ukraine. Established linear relationship between fatal injuries and indications of danger machines. Proposed a new methodological approach to predicting the level of fatalities that occur on the defective equipment.*

**Key words:** values of the safety, fatal injury, prediction.

**Постановка проблеми.** Підвищена увага до проблем безпеки праці в світі пов'язана з тим, що кожен рік, незважаючи на заходи, що вживаються, у різних країнах зростає рівень виробничого травматизму, у тому числі зі смертельними наслідками. Причому це стосується і тих країн, де безпеці праці приділяється підвищена увага.

В Україні створення безпечних і нешкідливих умов праці є важливою проблемою, оскільки до цього часу на підприємствах використовується обладнання, що не відповідає нормативним актам з охорони та вичерпало передбачений ресурс, в окремих галузях економіки використовуються застарілі технології виробництва. Високий рівень важкого та смертельного травмування працівників на обладнанні, що не відповідає вимогам нормативних актів з охорони праці, спостерігається у вугільній промисловості, будівництві, сільському господарстві та машинобудуванні. Саме тому на сучасному трансформаційному етапі розвитку економіки України виникає необхідність розробки нових, нестандартних підходів до створення умов праці, максимально сприятливих для людини.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Різні аспекти поліпшення умов й охорони праці досліджували у своїх працях О.І. Амоша, Г.Г. Гогіташвілі, В.С. Джигирей, В.Ц. Жидецький, А.М. Кутиркін, Л.П. Керб, Л.М. Логачова, Н.Д. Лук'янченко, О.В. Мартякова, І.М. Миценко, О.Ф. Новикова, К.Н. Ткачук, С.П.Ткачук, Г.М.Черкасова, Л.В. Шаульська, В.Г. Шульга та інші. Так, А. Кутиркін та Н. Лук'янченко розглядали проблеми економіки охорони праці [1], Л. Калачева і О. Амоша досліджували умови праці в аспекті ефективності виробництва [2; 3], а Г.Г. Гогіташвілі – в аспекті розроблення і наукового обґрунтування системи управління охороною праці на рівні підприємства [4]. Однак у науковій літературі недостатньо вивченими залишаються питання системного підходу до аналізу та прогнозування стану безпеки праці в Україні, що і обумовило вибір мети дослідження та її цільову спрямованість.

**Мета статті.** Метою роботи є системне дослідження показників безпеки праці в Україні за 2006...2011 рр., визначення їх зв'язку зі смертельним травматизмом на виробництві та розробка підходів до прогнозування виробничого травматизму.