

УДК 004.2

**ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
БЕЗПЕКИ ХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗА ДОПОМОГОЮ
ІМПУЛЬСНИХ ЗАСОБІВ БАГАТОПЛАНОВОГО ЗАХИСТУ**

О.О. Кряжич^{*}, В.Д. Захматов^{**}

^{*}Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

^{**}Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України
e-mail: zakhmatov.impulse@gmail.com

Основними антропогенними джерелами розростання екологічної кризи в Україні є великі промислові комплекси. Сконцентровані вони навколо родовищ корисних копалин, великих міст і водних об'єктів. В Україні всього функціонує 1810 об'єктів, на яких зберігається або використовується у виробничій діяльності більше 283 тис. тонн сильнодіючих отруйних речовин (СДОР), у тому числі - 9,8 тис. тонн хлору, 178,4 тис. тонн аміаку. Усього в зонах можливого хімічного зараження від цих об'єктів мешкає близько 22 млн. чол.

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;
- план ліквідації аварійних ситуацій (ПЛАС) на хімічному підприємстві прорахований, як правило, за типовими аваріями, а відхилення аварійної ситуації від типової потребує негайного прорахунку з обробкою великих обсягів інформації, що надходить з місця події, що неможливо вирішити без сучасних програмно-апаратних засобів;
- прийняття рішень на місці аварії призводить до необґрунтованих витрат засобів та сил, ураження особового складу та персоналу підприємства.

Тривалі заходи з трансформації власності і фінансова криза унеможливили проведення модернізацій чи оновлення промислових об'єктів. Для відносно стабільного функціонування економіки, більшість хімічних підприємств, у тому числі і потенційно небезпечних, вимушені ще тривалий час працювати на обладнанні, яке має рівень зносу 70,9% [1]. Тож в таких умовах важливим завданням виступає забезпечення потенційно небезпечних об'єктів новою відносно недорогою, легкою в монтуванні та обслуговуванні і одночасно ефективною технікою та технологією вибухопожежної безпеки. Як варіант таких техніки та технології пропонується використання нових імпульсних засобів багатопланового захисту, яка може діяти одночасно проти пожежі, вибуху та викиду чи розливу небезпечної речовини [2].

Пропоновані засоби багатопланового захисту значно підвищують ефективність гасіння та скорочують час реагування на подію за наступними параметрами:

- витрати вогнегасної суміші (ВС) або води тільки в 2-3 рази вище, ніж теоретичні, у той час як у традиційної техніки питомі витрати ВС і води перевершують теоретичні від 10 до 10 000 разів;
- масштаб ефективного впливу за допомогою одного модуля або вогнегасника вище до 100 разів, що скорочує час гасіння до 50 разів;
- дальність дії вище в 3-10 разів, висока надійність і стабільність роботи в широкому діапазоні температур від -60°C до +60°C, погодних і кліматичних умов;

- уперше реалізується гнучко кероване, ефективне розпилення будь-яких рідких, гелеподібних і порошкових вогнегасних сумішей, а також уперше - ґрунту, піску, води, бруду, пилу, промислових пилових і порошкових відходів без додаткової підготовки й змін конструкції;

- уперше з однієї установки, системи або машини здійснюється комбіноване гасіння або захист;

- низька собівартість виробництва й сервісного обслуговування, легкість навчання та перекваліфікації персоналу для роботи з такими системами;

- високий ступінь безпеки роботи, що складається з 10-ти кратного запасу міцності щодо невеликих ємностей високого тиску імпульсних, розпилювальних систем, виводу персоналу, пожежних і рятувальників з небезпечної зони [2].

Однак є ще одна проблема, яка безпосередньо пов'язана з впровадженням нових засобів імпульсного захисту: швидкість розвитку аварії та прийняття рішень щодо заходів з її ліквідації сильно неузгоджені у часі, не мають достовірної і актуальної інформації про розвиток аварії, місце події, відповідність наявних засобів стану ситуації. Нові засоби вибухопожежного захисту, враховуючи їх характеристики [3], вимагають нової інформаційної моделі для забезпечення процесу прийняття рішень при управлінні потенційно небезпечним підприємством. Така модель повинна враховувати взаємодію різноманітних підсистем безпеки, які легко інтегруються в залежності від потреб ситуації, швидко реагують на запити та передачу інформації, дозволяють здійснювати контроль та моніторинг.

Сучасна система протипожежного захисту представлена у вигляді окремих систем, що на практиці проявляється неузгодженістю та дублюванням дій за рядом напрямів, що безпосередньо впливає на розвиток небезпечних явищ. Так, на рис. 1 наведена типова схема зв'язку та сповіщення при виникненні аварії на хімічному об'єкті.

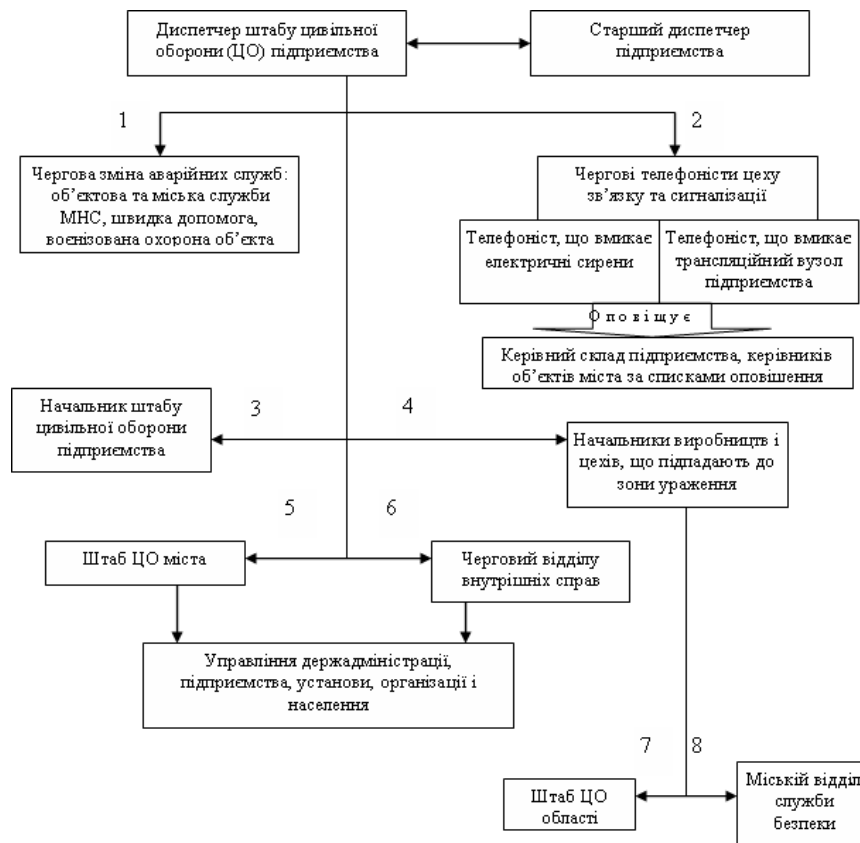


Рис. 1. Типова схема зв'язку та сповіщення при виникненні аварії на хімічному об'єкті

Для оцінки ефективності існуючої моделі комунікацій можна формалізувати процес виникнення небезпеки. Якщо накласти схему зв'язку та сповіщення при виникненні аварії на хімічному об'єкті на схему етапів і зони розвитку аварійної ситуації, то можна зазначити, що повідомлення про аварію розпочинається з моментом її розгортання на етапі безпосередньої кризи, тож розвиток аварії і прибуття сил та засобів її ліквідації відбувається паралельно (рис. 2). Враховуючи принцип Гюйгенса [4], фронт аварії, наприклад, пожежі, описується в кожній точці, як $t+\Delta t$, тобто кожна точка пожежі є джерелом розповсюдження пожежі із заданою швидкістю по колу. Тож в момент прибуття рятувальних підрозділів через втрати часу ситуація досягає такого моменту, коли необхідно в більшості випадків лише ліквідувати наслідки.

Існуюча інформаційна модель надає невизначену інформацію $t+\Delta t$, в якій Δt залежить від ряду факторів, перерахованих вище, а також один з головних впливів на розвиток події – людський фактор.

Кожну аварійну ситуацію можна представити у вигляді дерев подій (ДП), яка широко використовуються при моделюванні можливого ризику та аналізі ситуацій [5].

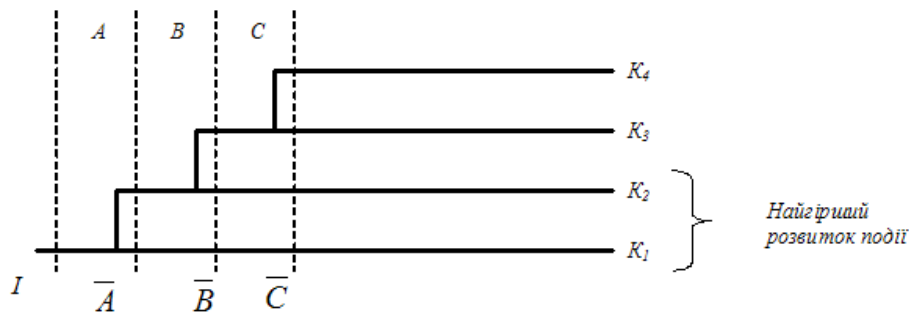


Рис. 2. Приклад дерева події для аварії на хімічному підприємстві

I – вихідна подія; A, B, C – спрацювання систем безпеки; $\bar{A}, \bar{B}, \bar{C}$ – відмови систем безпеки; K_1, K_2, K_3, K_4 – кінцеві події

Виходячи з роботи [5], кожен кінцеву подію можна представити, як перетинання множини елементів, які належать відмов системи безпеки:

$$\begin{aligned} K_1 &= I \cap \bar{A} \\ K_2 &= I \cap \bar{A} \cap \bar{B} \\ K_3 &= I \cap \bar{A} \cap \bar{B} \cap \bar{C} \end{aligned} \quad (1)$$

Власне розвиток події – це перетинання множини елементів розвитку події I та спрацювання систем безпеки:

$$K_4 = I \cap A \cap B \cap C \quad (2)$$

Прийняття рішення про дію в умовах небезпечної аварії на хімічному об'єкті з врахуванням затримки у часі при реалізації типової схеми зв'язку та сповіщення, можна представити наступним чином:

$$K_t = I_{\Delta t} \cap A \cap B \cap C \quad (3)$$

Тобто, кінцева подія з ліквідації наслідків ситуації буде розтягнута у часі на інтервал затримки прийняття рішення. На практиці це проявляється у ліквідації наслідків ситуації, а не попередження їх розвитку.

Цей висновок доводить, що існуючі інформаційні моделі не можна застосувати при використанні нових імпульсних засобів вибухопожежного захисту, бо у результаті затримки прийняття рішення технологічні переваги нової техніки не будуть використані в повному обсязі.

Якщо прийняти припущення, що керівний вплив з забезпечення швидкої локалізації та ліквідації аварійної ситуації залежить лише від часу та формується на основі неузгодженості поточного стану та стану, який прогнозується, то завданням управління вибухопожежним захистом є: розробка траєкторії розвитку події, яка забезпечить функціонування підприємства у межах регламенту, визначення фактичного стану процесу, визначення неузгодженості, аналіз неузгодженості, прийняття рішень із задіяння сил та засобів, у кількості, яка не допустить критичного розвитку події. В ідеальному варіанті це можна представити як залежність:

$$X(t) = X_i(t), \quad (4)$$

де X , X_i – вектори поточного стану та стану, що прогнозується, t – час до моменту прийняття рішення. В якийсь момент часу t_1 в результаті виконання виробничих завдань відбулося відхилення від заданої траєкторії процесу. Інформаційна модель повинна надати можливість системі управління швидко знайти це відхилення $\Delta X(t_1)$ і зробити так, щоб фактична і планована траєкторії зрівнялись у проміжок часу t_2 . Завдання інформаційної моделі для системи управління безпекою хімічних підприємств за допомогою імпульсних засобів багатопланового захисту – звести такі відхилення до мінімуму.

Висновки

1. Більшість діючих хімічних підприємств України мають рівень зносу 70,9%. В таких умовах важливим завданням виступає забезпечення потенційно небезпечних об'єктів новою ефективною технікою та технологією вибухопожежної безпеки.

2. Наведений аналіз доводить, що відсутність системного підходу в управлінні всіма видами безпеки хімічного підприємства, дублювання функцій персоналу у рамках регламенту, неузгодження у часі протипожежних засобів, що використовуються на діючих підприємствах, та інформаційних моделей, існуючі інформаційні моделі не можна застосувати при використанні нових імпульсних засобів вибухопожежного захисту, бо у результаті затримки прийняття рішення технологічні переваги нової техніки не будуть використані в повному обсязі.

3. Для вирішення проблеми запропонований підхід, який дозволяє зрівняти фактичну і планову траєкторію розвитку події у часі, у зв'язку з чим локалізація і ліквідація пожежі буде розпочинатися з дуже малим відхиленням від часу виникнення надзвичайної події.

Література

1. Тарасова Н.В., Богачова Л.В. Вплив інноваційних технологій на розвиток хімічної промисловості. – [Електронний ресурс] – режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/NacGosp_print/2009/Tarasova_Bogachova.pdf
2. Захматов В.Д. Фукусима – новый Чернобыль, а ошибки старые. Актуальность чернобыльских разработок // Пожарная безопасность в строительстве. - №2. – 2011. – С. 52-61.
3. Захматов В.Д., Щербак Н.В. Личное оружие пожарного для тушения пожаров в лесу, небоскребах и зонах катастроф // Пожарная безопасность в строительстве. – 2011. – №3. – С. 58-65.
4. Гордюнин С. А. Принцип Гюйгенса // Квант. – 1988. – № 11. – С. 54-56.
5. Серебровский А.Н. Об одном методе вероятностного анализа безопасности потенциально опасных объектов // Математические машины и системы. – 2002. – №1. – С. 41-48.