УДК 351.861

Тарадуда Д.В., наук. співр., НУЦЗУ,
Шевченко Р.І., канд. техн. наук, нач. лаб., НУЦЗУ,
Клімчук Ю.В., канд. юр. наук, доц., ХНАДУ

ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОМІРНОЇ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ СТАНУ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТА ЯК ПРЕДМЕТА УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВОЮ БЕЗПЕКОЮ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

(представлено д-ром техн. наук Ларіним О.М.)

Розроблено аналітичний апарат обробки інформації, отриманої в результаті аналізу впливів негативних факторів різної природи на функціонування об’єкта контролю (багатомірна імітаційна модель стану безпеки об'єкта), для визначення пріоритетів при управлінні промисловою безпекою. За допомогою розробленої моделі проведено аналіз стану безпеки аміачної холодильної установки ТОВ «Харківський м’ясокомбінат» і визначено напрямки здійснення заходів для найбільш ефективного управління безпекою найменш надійних елементів установки.

Ключові слова: аміак, холодильна установка, оцінка безпеки, потенційно небезпечний об’єкт, імітаційна модель

Постановка проблеми. На підприємствах харчової промисловості холодильна техніка набула широкого поширення. На сьогодні в якості холодильного агенту (холодоагенту), попри всі свої недоліки, найчастіше використовується аміак, викид якого може привести до вибуху, пожежі, а також до утворення та подальшого поширення токсичної хмари, що становить небезпеку для людей як на території підприємства, так і за його межами. У зв'язку з цим виникає потреба формування обґрунтованої процедури оцінки існуючих загроз для нормальної експлуатації об’єктів, до складу яких входять аміачні холодильні установки (АХУ) з метою подальшого визначення попереджувальних заходів і заходів зі зниження рівня ризику виникнення аварій на таких об’єктах зокрема, та на потенційно небезпечних об'єктах (ПНО) у цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз світової практики свідчить про те, що проблема забезпечення безпеки як ПНО в цілому, так і об’єктів з АХУ зокрема, є актуальною. Це підтверджується проведеним аналізом літератури в цій сфері, відпо-

відно до якого існуючі способи оцінки та забезпечення безпеки ПНО умовно можна поділити на три групи.

Суттєві недоліки способів першої групи [1-3, 5, 11]:

- нехтування впливом можливих аварій на сусідніх об'єктах з подальшим каскадним розвитком, імовірністю відмови технологічного обладнання та систем контролю параметрів;
- коефіцієнти запропонованих способів не мають чітко визначених граничних значень, при досягненні яких ризик виникнення аварії суттєво зростає.

У способах другої групи [7, 8, 10] розглядається прогностична оцінка небезпеки ПНО, де в якості критерію оцінки небезпеки об'єкта, який враховується при проведенні управлінських заходів, обирається кількість населення, яка може опинитись (мешкає) в зоні можливого хімічного зараження. Але цей показник не дає інформації про реальний стан безпеки об'єкта, а лише вказує на можливі наслідки виникнення аварії.

Способи третьої групи [6, 9, 13, 12] частково включають методологію перших двох груп, але вони мають декларативний характер і розроблені у вигляді рекомендацій. Керуючись ними, не можливо оцінити фактичний рівень небезпеки ПНО для проведення ефективних управлінських заходів.

Постановка завдання та його вирішення. Проведений аналіз літератури виявив необхідність розробки та застосування нової, більш ефективної методики оцінки та управління промисловою безпекою ПНО, яка б враховувала вищеописані недоліки.

Нами запропонована методика [16], практична цінність застосування якої полягає в можливості ефективного управління промисловою безпекою ПНО різних галузей промисловості за рахунок оцінки впливів негативних факторів різної природи та застосування аналітичного апарату обробки отриманої інформації для визначення пріоритетів при управлінні безпекою об'єкта.

Поставлене завдання вирішується завдяки тому, що відповідно до методики [16] оцінка та управління безпекою об'єкта здійснюється за трирівневою схемою. На першому рівні проводять обґрунтовану процедуру оцінки існуючих загроз за допомогою аналізу впливів комбінації трьох груп факторів небезпеки різної природи на функціонування об'єкта контролю (фактори небезпеки, пов'язані з технічною надійністю функціональних елементів об'єкта контролю (технічна надійність); фактори небезпеки антропогенного впливу (людський фактор або вплив суб'єкта); фактори

небезпеки зовнішнього впливу). Показники, отримані на першому рівні, є абсолютними показниками небезпеки та відображають фактичний рівень безпеки об'єкта. Другий рівень включає застосування аналітичного апарату у вигляді багатомірної імітаційної моделі стану безпеки об'єкта, побудованої на основі коефіцієнтів небезпеки, які отримують на першому рівні. На третьому рівні на основі аналізу інформації, отриманої на другому рівні, визначають пріоритетні напрямки управління безпекою об'єкта та за результатами проведення аналізу доцільності виконують обрані управлінські заходи для підвищення рівня безпеки об'єкта.

Одним із основних елементів схеми методики є другий рівень, на якому здійснюється побудова та аналіз багатомірної імітаційної моделі стану безпеки об'єкта.

Таблиця 1 – Коефіцієнти небезпеки (КН) елементів об'єкта при дії факторів небезпеки різної природи та їх нормовані значення (загальний вигляд)

	Групи факторів небезпеки			Нормовані значення КН		
	Технічна надійність	Вплив суб'єкта	Зовнішній вплив	Технічна надійність	Вплив суб'єкта	Зовнішній вплив
Елемент 1.	p_1^I	p_1^{II}	p_1^{III}	$\overline{p}_1^{I}$	$\overline{p}_1^{II}$	$\overline{p}_1^{III}$
Елемент 2.	p_2^I	p_2^{II}	p_2^{III}	$\overline{p}_2^{I}$	$\overline{p}_2^{II}$	$\overline{p}_2^{III}$
Елемент 3.	p_3^I	p_3^{II}	p_3^{III}	$\overline{p}_3^{I}$	$\overline{p}_3^{II}$	$\overline{p}_3^{III}$
…	…	…	…	…	…	…
Елемент a.	p_a^I	p_a^{II}	p_a^{III}	$\overline{p}_a^{I}$	$\overline{p}_a^{II}$	$\overline{p}_a^{III}$

Багатомірна імітаційна модель стану безпеки об'єкта будується на основі нормованих значень коефіцієнтів небезпеки (таблиця 1), отриманих на першому рівні шляхом аналізу впливів комбінації трьох груп факторів небезпеки різної природи на функціонування об'єкта контролю

$$\overline{p}_n^m = \frac{p_n^m}{p_n^I + p_n^{II} + p_n^{III}}, \qquad (1)$$

де m – показник природи фактора небезпеки (I, II або III).

Графічна інтерпретація моделі передбачає наступне: на осі координат OX (рис. 1) відкладають нормовані значення коефіцієнтів небезпеки елементів об'єкта при впливі факторів небезпеки, пов'язаних з їх технічною надійністю $\overline{p}_n^I$. На осі координат OY відкладають нормовані значення коефіцієнтів небезпеки елементів об'єкта при дії факторів небезпеки антропогенного впливу (людський фактор або вплив суб'єкта) $\overline{p}_n^{II}$. На осі координат OZ відкладають нормовані значення коефіцієнтів небезпеки елементів об'єкта при дії факторів небезпеки зовнішнього впливу $\overline{p}_n^{III}$.

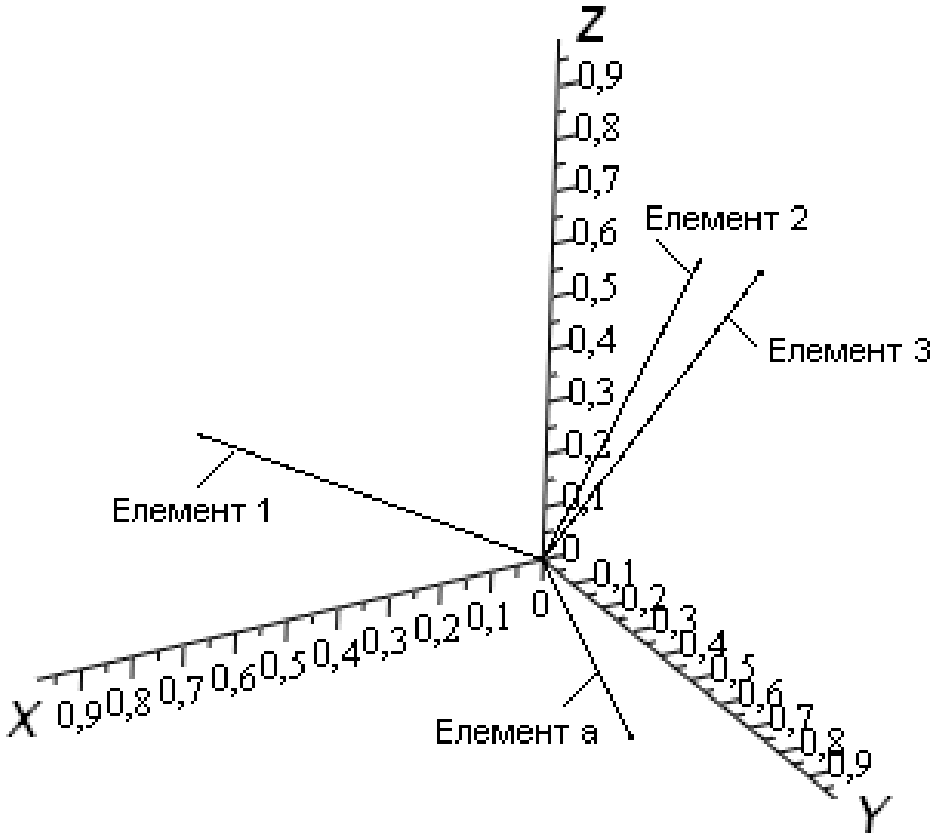

Рис. 1 – Багатомірна імітаційна модель стану безпеки об'єкта (загальний вигляд)

Аналіз багатомірної імітаційної моделі стану безпеки об'єкта полягає в порівнянні ризику виникнення аварій R на об'єктах промисловості, до якої належить об'єкт контролю, з інтегрованими коефіцієнтами небезпеки його елементів P_n, які визначають таким чином

$$P_n = \sqrt{\left(\overline{p}_n^{I}\right)^2 + \left(\overline{p}_n^{II}\right)^2 + \left(\overline{p}_n^{III}\right)^2}. \quad (2)$$

Для проведення порівняння необхідно визначитись з поняттям «ризик». Класичне формулювання ризику – це добуток імовірності виникнення несприятливих явищ P і величини збитку від їхнього впливу Q

$$R = P \cdot Q. \quad (3)$$

Оскільки показники, які отримують на першому рівні, є абсолютними показниками небезпеки, то для проведення порівняння необхідно оперувати імовірністю виникнення аварії P на об'єктах відповідної промисловості за період часу $\Delta\tau$ при інтенсивності аварій λ

$$\lambda = \frac{n(\tau)}{\left(N - n(\tau)\right) \cdot \Delta\tau}, \quad (4)$$

де $n(\tau)$ – кількість об'єктів, на яких виникли аварії за період часу від $\tau-(\Delta\tau/2)$ до $\tau+(\Delta\tau/2)$; N – загальна кількість однотипних об'єктів відповідної промисловості; $\Delta\tau$ – період часу, протягом якого велися спостереження.

Знаючи значення N, можна зробити прогноз про виникнення аварії на одному з N об'єктів протягом часу $\Delta\tau_{прогн}$ з імовірністю P

$$P = 1 - e^{-\frac{\Delta\tau_{експл}}{(N-1)\cdot\Delta\tau_{прогн}}}, \quad (5)$$

де $\Delta\tau_{експл}$ – час експлуатації об'єкта, год.

Для адекватності порівняння значення імовірності P необхідно пронормувати таким чином

$$\overline{P}_n = \frac{P}{p_n^I + p_n^{II} + p_n^{III}}, \tag{6}$$

де $\overline{P}_n$ – нормоване значення імовірності P для n-го елемента.

Якщо виконується рівність $P_n \le \overline{P}_n$, то безпека відповідного елемента об'єкта знаходиться на рівні, достатньому для нормальної експлуатації об'єкта контролю протягом прогнозованого проміжку часу, якщо ж рівність не виконується, то рівень безпеки відповідного елемента необхідно підвищувати.

Таким чином, варіюючи прогностичним інтервалом $\Delta\tau_{прогн}$, можна задавати граничний рівень безпеки об'єкта з відповідною імовірністю виникнення аварії.

Окрім визначення елементів об'єкта контролю, які потребують підвищення рівня безпеки, при аналізі багатомірної імітаційної моделі стану безпеки об'єкта визначають напрямки здійснення заходів для найбільш ефективного управління рівнем безпеки. Це відбувається завдяки аналізу кутів нахилу вектора, який відображає рівень безпеки відповідного елемента до осей координат (рис. 1). Кути нахилу визначають таким чином. Вектор інтегрованого коефіцієнта небезпеки P_n разом зі своєю проекцією на відповідну ось координат, яка дорівнює нормованому значенню коефіцієнта небезпеки $\overline{p}_n^m$, утворюють прямокутний трикутник, де вектор P_n – гіпотенуза трикутника, а нормоване значення коефіцієнта небезпеки $\overline{p}_n^m$ – катет трикутника.

За допомогою тригонометричних функцій визначимо кути нахилу (7-9)

$$\alpha = \arccos\frac{\overline{p}_n^I}{P_n}, \tag{7}$$

$$\beta = \arccos\frac{\overline{p}_n^{II}}{P_n}, \tag{8}$$

$$\gamma = \arccos\frac{\overline{p}_n^{III}}{P_n}. \tag{9}$$

Чим менший кут нахилу відрізка до осі координат із нормованим значенням коефіцієнта небезпеки елемента при дії на нього факторів небезпеки відповідної природи, тим заходи, які впливатимуть на зменшення дії цих факторів небезпеки, будуть більш ефективними для підвищення рівня безпеки відповідного елемента.

Приклад. За допомогою методів, описаних у роботах [4, 14, 15], нами проведений аналіз впливів комбінації трьох груп факторів небезпеки різної природи (фактори небезпеки, пов'язані з технічною надійністю функціональних елементів об'єкта контролю (технічна надійність); фактори небезпеки антропогенного впливу (людський фактор або вплив суб'єкта); фактори небезпеки зовнішнього впливу (ЗВ)) на функціонування об'єкта контролю, в якості якого обрано ТОВ «Харківський м'ясокомбінат», підприємство третього ступеня хімічної небезпеки.

Об'єкт контролю обрано не випадково, адже м'ясокомбінат розташований у місті Харків на проспекті Гагаріна, 100, який є основною автомагістраллю, що з'єднує аеропорт і центр міста. Поблизу нього розташовані інші потенційно небезпечні об'єкти, які можуть потрапити в зону ураження при виникненні аварії на м'ясокомбінаті, тому існує імовірність її подальшого каскадного розвитку. Крім того до зони ураження при виникненні аварії можуть потрапити розташовані поблизу об'єкти з масовим перебуванням людей (7 шкіл, 3 дитячих дошкільних заклади, лікарня, житлові будинки), які розташовані поблизу. АХУ ТОВ «Харківський м'ясокомбінат» введена в експлуатацію в 1986 році, основними її елементами є компресорна машина першого ступеня (КМ-1); продуктопровід до проміжної ємності (ПП до ПЄ); проміжна ємність (ПЄ); продуктопровід до компресорної машини другого ступеня (ПП до КМ-2); компресорна машина другого ступеня (КМ-2); продуктопровід до конденсатора (ПП до К); конденсатор (К); продуктопровід до лінійного ресивера (ПП до ЛР); лінійний ресивер (ЛР); продуктопровід до циркуляційного ресивера (ПП до ЦР); циркуляційний ресивер (ЦР); продуктопровід до насосу для перекачування холодильного агента до холодильної камери (ПП до Н ХК); насос для перекачування холодильного агента до холодильної камери (Н до ХК); продуктопровід до розподільчого пристрою (ПП до РП); розподільчий пристрій (РП); продуктопровід до випаровувача (ПП до В); випаровувач (В); продуктопровід до насосу для перекачування холодильного агента до компресорної

машини першого ступеня (ПП до Н КМ-1); насос для перекачування холодильного агента до компресорної машини першого ступеня (Н до КМ-1); продуктопровід до компресорної машини першого ступеня (ПП до КМ-1). Відповідно до технологічного регламенту в обладнанні АХУ одночасно може знаходитись до 25 т аміаку.

Таблиця 2 – Коефіцієнти небезпеки елементів АХУ ТОВ «Харківський м'ясокомбінат» при дії факторів небезпеки різної природи, їх нормовані значення та інтегровані коефіцієнти небезпеки

№ з/п	Елементи установки	КН за технічною надійністю	КН при впливі суб'єкта	КН при дії факторів небезпеки ЗВ	Нормовані значення КН за технічною надійністю	Нормовані значення КН при впливі суб'єкта	Нормовані значення КН при дії факторів небезпеки ЗВ	Інтегральні КН	Нормовані значення імовірності Р
		p_n^I	p_n^{II}	p_n^{III}	$\overline{p}_n^I$	$\overline{p}_n^{II}$	$\overline{p}_n^{III}$	P_n	$\overline{P}_n$
	КМ-1	0,7179	0,1752	0,4100	0,5509	0,1344	0,3146	0,6485	0,5583
	ПП до ПЄ	0,2505	0,0350	0,4441	0,3433	0,0480	0,6087	0,7005	0,9971
	ПЄ	0,8416	0,1752	0,4439	0,5762	0,1199	0,3039	0,6624	0,4980
	ПП до КМ-2	0,2777	0,0000	0,4335	0,3905	0,0000	0,6095	0,7239	1,0228
	КМ-2	0,6798	0,1752	0,4042	0,5399	0,1391	0,3210	0,6433	0,5777
	ПП до К	0,2327	0,0350	0,4406	0,3285	0,0494	0,6221	0,7052	1,0272
	К	0,8624	0,0727	0,4072	0,6425	0,0541	0,3034	0,7126	0,5420
	ПП до ЛР	0,2037	0,0350	0,4453	0,2978	0,0512	0,6510	0,7177	1,0636
	ЛР	0,9319	0,0727	0,4338	0,6479	0,0505	0,3016	0,7164	0,5058
	ПП до ЦР	0,3074	0,0000	0,4451	0,4085	0,0000	0,5915	0,7188	0,9667
	ЦР	0,5416	0,0727	0,4224	0,5224	0,0701	0,4075	0,6662	0,7017
	ПП до Н ХК	0,2532	0,0000	0,4393	0,3657	0,0000	0,6343	0,7322	1,0505
	Н до ХК	0,5933	0,1752	0,3942	0,5103	0,1507	0,3390	0,6309	0,6257
	ПП до РП	0,2619	0,0000	0,4431	0,3715	0,0000	0,6285	0,7301	1,0318
	РП	0,5933	0,0350	0,4244	0,5636	0,0333	0,4031	0,6937	0,6911
	ПП до В	0,2258	0,0000	0,4439	0,3372	0,0000	0,6628	0,7437	1,0863
	В	0,6465	0,0727	0,4253	0,5649	0,0635	0,3716	0,6791	0,6356
	ППдоН КМ-1	0,2152	0,0350	0,4403	0,3116	0,0507	0,6377	0,7116	1,0535
	Н до КМ-1	0,5322	0,1752	0,3937	0,4834	0,1591	0,3575	0,6219	0,6607
	ПП до КМ-1	0,2280	0,0000	0,4336	0,3446	0,0000	0,6554	0,7405	1,0995

На основі результатів проведеного аналізу впливів комбінації трьох груп факторів небезпеки різної природи на функціону-

вання АХУ ТОВ «Харківський м'ясокомбінат» та за допомогою описаних вище підходів нами визначені всі необхідні дані (таблиця 2) для побудови багатомірної імітаційної моделі стану безпеки АХУ ТОВ «Харківський м'ясокомбінат» (рис. 2).

Для проведення аналізу багатомірної імітаційної моделі та визначення елементів АХУ, які потребують підвищення рівня безпеки за формулою 5, визначимо значення імовірності виникнення аварії на АХУ протягом наступного року, знаючи, що $\Delta\tau_{експл}$ = 26 років = 227760 год. та N = 21 (відповідно до переліку потенційно-небезпечних об'єктів міста Харкова та Харківської області станом на листопад 2011 року).

$$P = 1 - e^{-\frac{227760}{(21-1)\cdot 8760}} = 0{,}727468$$

За формулою (6) визначимо нормовані значення імовірності P для кожного елемента АХУ (останній стовпчик таблиці 2).

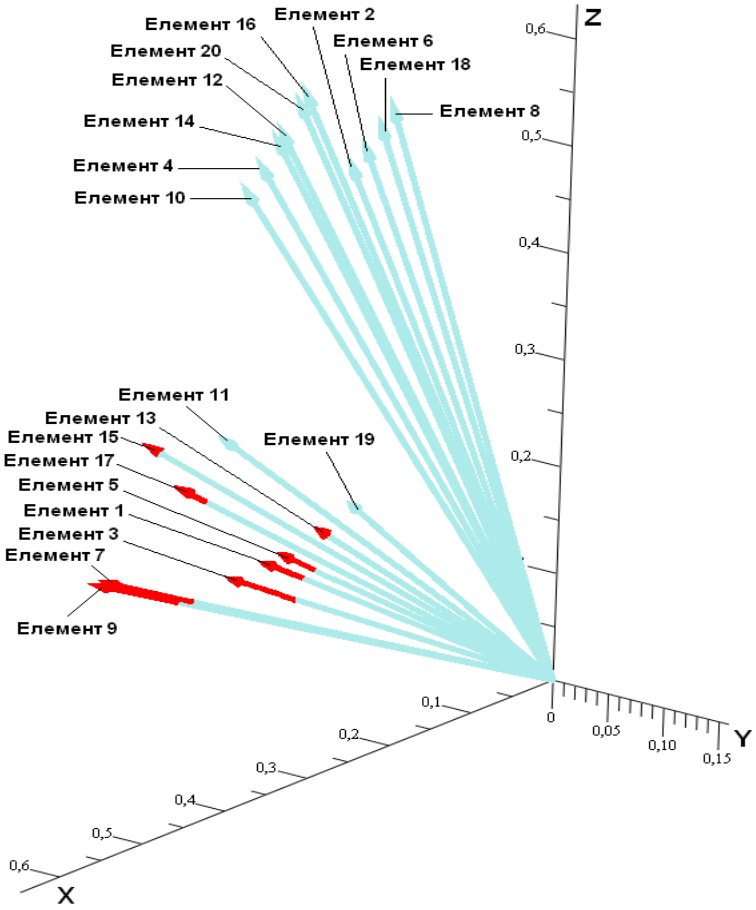

Рис. 2 – Багатомірна імітаційна модель стану безпеки АХУ ТОВ «Харківський м'ясокомбінат»

Провівши порівняння інтегрованого коефіцієнта небезпеки P_n та нормованого значення імовірності $\overline{P}_n$ для кожного елемента АХУ ТОВ «Харківський м'ясокомбінат», можна зробити висновок, що елементами АХУ, які потребують підвищення рівня безпеки є: компресорна машина першого ступеня (елемент 1), проміжна ємність (елемент 3), компресорна машина другого ступеня (елемент 5), конденсатор (елемент 7), лінійний ресивер (елемент 9), насос для перекачування холодильного агента до холодильної камери (елемент 13), розподільчий пристрій (елемент 15) та випаровувач (елемент 17).

Після визначення елементів АХУ, які потребують підвищення рівня безпеки, визначимо напрямки здійснення заходів для найбільш ефективного управління їх безпекою. Для цього визначимо кути нахилу векторів інтегрованих коефіцієнтів небезпеки кожного з визначених елементів АХУ до осей координат (рис. 2) та проведемо їх аналіз.

Таблиця 3 – Кути нахилу до осей координат векторів інтегрованих коефіцієнтів небезпеки найменш надійних елементів АХУ ТОВ «Харківський м'ясокомбінат»

№ з/п	Елементи установки	Кути нахилу		
		α	β	γ
	Елемент 1	31,84°	78,04°	60,97°
	Елемент 3	29,55°	79,57°	62,69°
	Елемент 5	32,94°	77,51°	60,07°
	Елемент 7	25,62°	85,64°	64,81°
	Елемент 9	25,27°	85,96°	65,11°
	Елемент 13	36,02°	76,18°	57,49°
	Елемент 15	35,67°	87,25°	54,47°
	Елемент 17	33,72°	84,64°	56,82°

Як бачимо з таблиці 3, найменші кути нахилу векторів інтегрованих коефіцієнтів небезпеки найменш надійних елементів АХУ до осі координат *OX*. Це означає, що для підвищення рівня безпеки елементів АХУ найбільш ефективними будуть управлінські заходи спрямовані на зменшення впливу факторів небезпеки, пов'язаних з технічною надійністю функціональних елементів АХУ (наприклад заміна застарілого обладнання). Це пояснюється

тим, що АХУ на підприємстві ТОВ «Харківський м'ясокомбінат» експлуатується вже близько 26 років, тоді як обладнання АХУ розраховане на строк експлуатації в середньому на 15-20 років.

Отриманий результат не суперечить існуючій практиці [1, 3, 9], що дозволяє в подальшому визначити похибку запропонованого методу в межах існуючої статистики.

Висновки. Дані, отримані в результаті аналізу багатомірної імітаційної моделі стану безпеки об'єкта, дозволяють не тільки оцінити реальний стан його безпеки, а й визначитись з напрямками здійснення заходів з управління промисловою безпекою об'єкта контролю з метою запобігання виникнення аварій і мінімізації можливих збитків від них, тобто є основою процесу визначення пріоритетів при управлінні безпекою на третьому рівні методики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Nakagawa M. The New Methodology of Quantitative Process Hazard Analysis (MQPHA) / T. Shirao, Y. Kawasaki // In: PSAM 5 – Proceedings of the 5th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management Vol 1. Universal Academy Press, Inc., Tokyo, S. 307–313.
2. Van der Voort M.M. A quantitative risk assessment tool for the external safety of industrial plants with a dust explosion hazard / M.M. van der Voort, A.J.J. Klein, M. de Maaijer, A.C. van den Berg, J.D. van Deursen, N.H. Versoot // Loss Prev. Process Ind. – 2007. № 4-6. – С. 375-386.
3. Ветошкин А.Г. Безопасность жизнедеятельности: оценка производственной безопасности / А.Г. Ветошкин, Г.П. Разживина. – Пенза: Пенз. госуд. архит.-строит. академия, 2002. –172 с.
4. Коврегін В.В., формування методологічних підходів до визначення коефіцієнтів безпеки основних елементів аміачної холодильної установки за критерієм «вплив суб'єкта» / В.В. Коврегін, Д.В. Тарадуда, Р.І. Шевченко // Збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил. – 2011. – № 1(27). – С. 233-236.
5. Лифар В.О. Моделі надзвичайних ситуацій та метод оцінки техногенного ризику в автоматизованій системі забезпечення безпеки виробництва: дис. … кандидата техн. наук: 05.13.06 / Лифар Володимир Олексійович. – Х., 2007. – 278 с.

6. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки // Офіційний вісник України від 10.01.2003. – 2002. – № 52. – С. 233. Стаття 2420.
7. Методика ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів // Офіційний вісник України від 05.04.2006. – 2006. – №12/№14. – С. 391-398.
8. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті // Офіційний вісник України від 27.04.2001. – 2001. – № 15. – С. 261. Стаття 681.
9. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов: РД 03-418-01 2-е издание, исправленное и дополненное. – М.: 2002. – 17 с.
10. Михайлюк О.П. Ідентифікація об’єктів підвищеної небезпеки як складова забезпечення рівня техногенної безпеки / О.П. Михайлюк, В.В. Олійник //Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2007. – №4. – С. 167-172.
11. Пат. 2395829 Российская Федерация, МПК7 G 05 B 13/00. Система автоматического управления и регулирования промышленной и экологической безопасностью оборудования с пожаровзрывоопасным продуктом для процесса с высокой энергией / Зиновьев А.П., Рыжов Г.И., Зиновьев С.А., Рыжов И.Г.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уфимский государственный нефтяной технический университет". – № 2008140802/09; заявл. 14.10.2008; опубл. 27.07.2010.
12. Пат. 48747 Україна, МПК8 G 05 B 11/00. Спосіб контролю і керування роботою об'єкта / Воробейчик О.С.; власник патенту Воробейчик Олег Станіславович. – № u200912223; заявл. 27.11.2009; опубл. 25.03.2010, бюл. № 6.
13. Соловей В.В. Анализ и оценка риска аварий – основа принятия решений при управлении промышленной безопасностью / В.В. Соловей, О.В. Давидюк, Ю.В. Буц // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2006. – №4. – С. 219-231.
14. Тарадуда Д.В., Визначення коефіцієнтів безпеки основних елементів аміачної холодильної установки за «технічною надійністю» / Д.В. Тарадуда // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2011. – № 2(6). – С. 162-167.

15. Тарадуда Д.В., Визначення коефіцієнтів безпеки основних елементів аміачної холодильної установки при дії факторів небезпеки «зовнішнього впливу» / Д.В. Тарадуда, Р.І. Шевченко // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Тематичний випуск «Динаміка та міцність машин». – 2011. – № 52. – С. 175-186.
16. Тарадуда Д.В., Методика оцінки та управління ризиком виникнення аварій на потенційно небезпечних об'єктах як предмі і та підґрунтя для прийняття управлінських рішень / Д.В. Тарадуда, Р.І. Шевченко // X Міжнародний виставковий форум «Технології захисту – 2011»: 13 всеукр. наук-практ. конф. рятувальників, 20-22 вересня 2011 р.: тези доп. – К., 2011. – С. 422-425.

Тарадуда Д.В., Шевченко Р.И., Климчук Ю.В.

Применение многомерной имитационной модели состояния безопасности объекта как предмета управления промышленной безопасностью потенциально опасных объектов

Разработан аналитический аппарат обработки информации, полученной в результате анализа влияния негативных факторов различной природы на функционирование объекта контроля (многомерная имитационная модель состояния безопасности объекта), для определения приоритетов при управлении промышленной безопасностью. С помощью разработанной модели проведен анализ состояния безопасности аммиачной холодильной установки ООО «Харьковский мясокомбинат», определены направления осуществления мероприятий для наиболее эффективного управления безопасностью наименее надежных элементов установки.

Ключевые слова: аммиак, холодильная установка, оценка безопасности, потенциально опасный объект, имитационная модель.

Taraduda D.V., Shevchenko R.I., Klimchuk Yu.V.

The use of multi-dimensional simulation model of the security status of the object as an object for the safety management of potentially dangerous objects

Developed analytical tools process the information obtained from the analysis of the influence of negative factors of different nature on the functioning of a control object (multi-dimensional simulation model of the security status of the object), to determine priorities in the management of industrial safety. With the developed model, the analysis of the safety of ammonia refrigeration company "Kharkov Meat", the directions of activities for the most effective safety management elements of the least reliable installation.

Key words: ammonia, a refrigerating machinery, safety Assessment, potentially dangerous object, simulation model