



ФЕДОРОВ ОЛЕКСАНДР СЕРГІЙОВИЧ

**РОЗРОБКА АНАЛІТИЧНОГО АПАРАТУ УПРАВЛІННЯ
БЕЗПЕКОЮ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ
З АМІАЧНИМИ ХОЛОДИЛЬНИМИ УСТАНОВКАМИ**

Галузь науки: Цивільна оборона та пожежна безпека

Науковий керівник:

кандидат технічних наук

Тарадуда Дмитро Віталійович

2

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

▶ Щороку: 230 надзвичайних ситуацій, з яких 125 – техногенного характеру.



3

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

▶ 283 тис. тонн СДОР, у тому числі – 178,4 тис. тонн аміаку, із них 5613 тонн – на об'єктах з холодильними установками.



4

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

У зоні можливого хімічного зараження від НС на об'єктах з АХУ мешкає близько 20 млн. чол. (47 % населення країни).



МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Створення моделей комплексного моніторингу та управління безпекою об'єктів з АХУ для попередження НС.

ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ ПОСТАВЛЕНОЇ МЕТИ НЕОБХІДНО ВИРІШИТИ ТАКІ ЗАДАЧІ:

- ▶ провести аналіз надзвичайних ситуацій на об'єктах з аміачними холодильними установками;
- ▶ розглянути особливості експлуатації об'єктів з аміачними холодильними установками;
- ▶ розробити імітаційну модель стану безпеки об'єкта з аміачною холодильною установкою та аналітичний апарат управління безпекою на її основі;

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Процес виникнення НС на ПНО з АХУ.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Прогнозування НС на ПНО з АХУ.

ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ НС НА ОБ'ЄКТАХ з АХУ:

У провідних країнах світу, таких як США, Японія, Китай, Англія, Франція, Німеччина

- ▶ **технічні несправності;**
- ▶ **помилки персоналу;**
- ▶ **впливи зовнішніх чинників.**

У Білорусії, Росії, Казахстані та деяких інших країнах пострадянського простору

- ▶ **високий рівень амортизаційного зношення устаткування;**
- ▶ **людський фактор.**

АНАЛІЗ ОБ'ЄКТІВ ВПК з АХУ В УКРАЇНІ:

- ▶ функціонує 768 об'єктів з АХУ;
- ▶ кількість аміаку перевищує 10 тонн в кожному;
- ▶ більшість з них уведені в експлуатацію 30-40 років тому;
- ▶ більшість не відповідають нормам безпеки, що існують.

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ з АХУ:

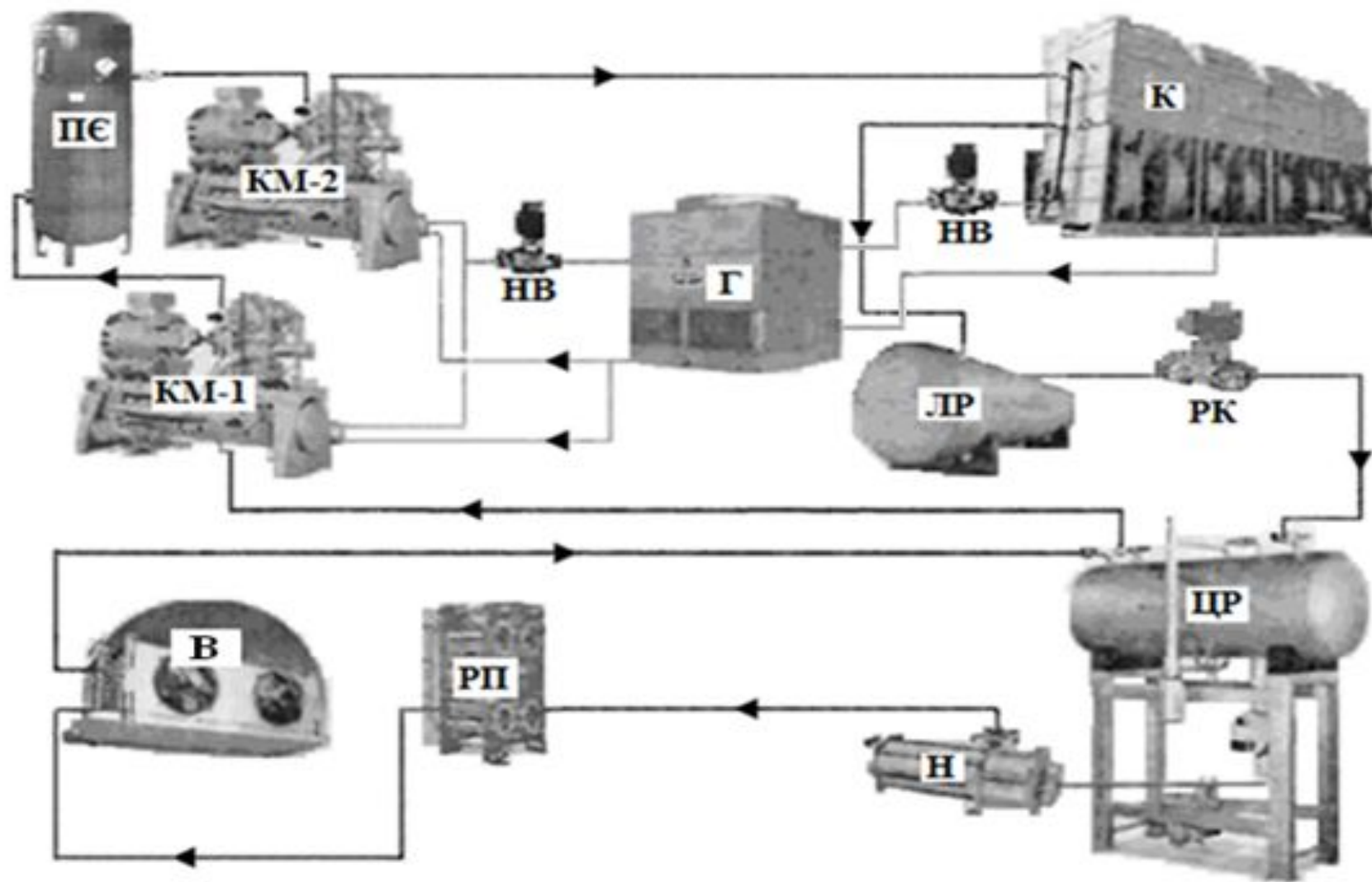
Складність та небезпечність об'єктів зумовлена:

- ▶ наявністю обладнання, яке експлуатується під високим тиском;
- ▶ наявністю обладнання, яке експлуатується при високій температурі;
- ▶ розгалуженою системою трубопроводів і апаратів з великою кількістю аміаку в різних агрегатних станах.

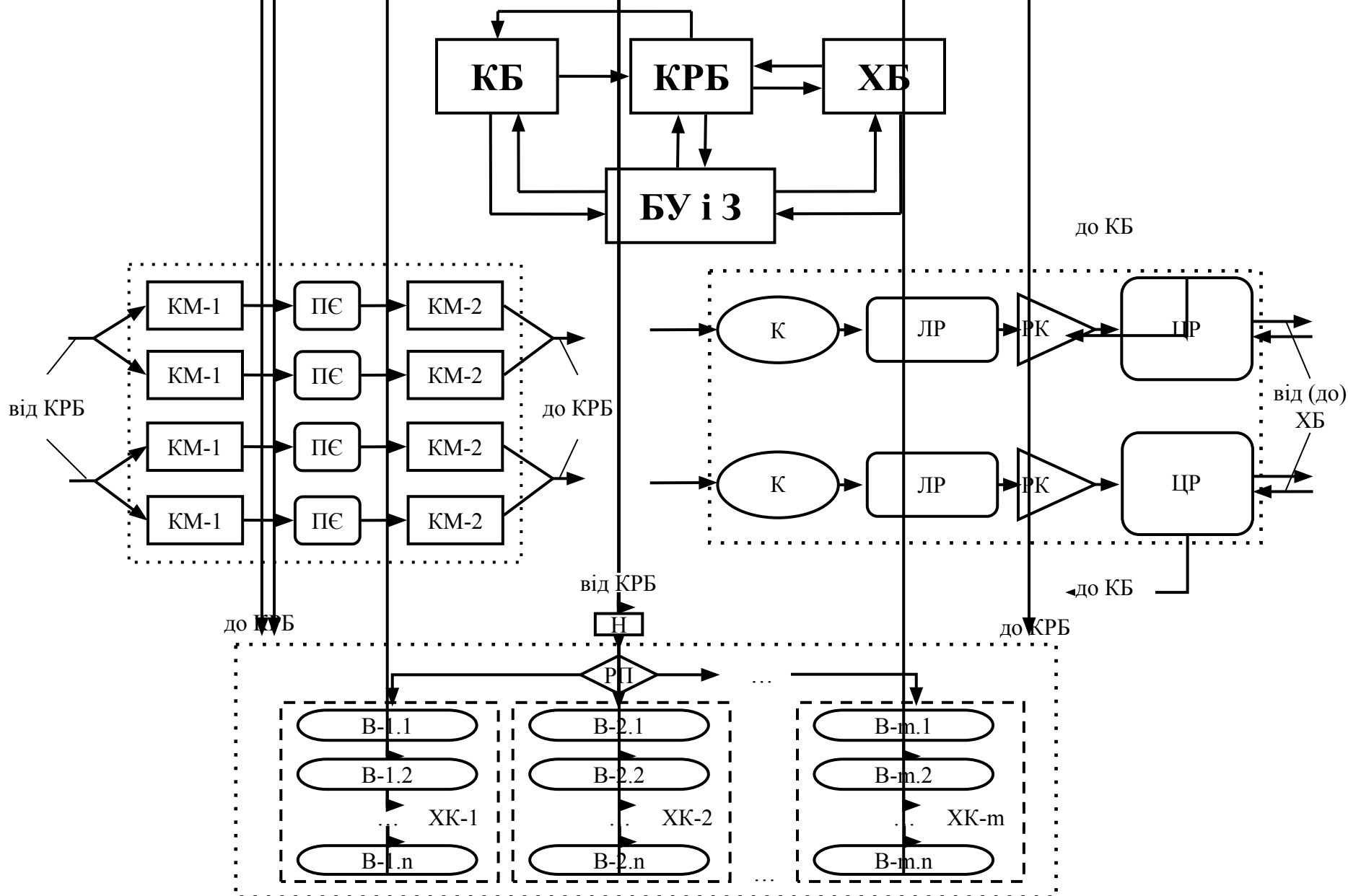
Характерні сценарії розвитку НС:

- ▶ руйнування обладнання та комунікацій, що знаходяться під надлишковим тиском;
- ▶ поширення токсичної хмари аміаку, що утворилася в результаті викиду його з системи;
- ▶ забруднення ґрунту, води, а також поширення токсичної хмари, що утворилася в результаті розливу аміаку;
- ▶ вибух і згоряння аміачно-повітряної суміші при розгерметизації обладнання.

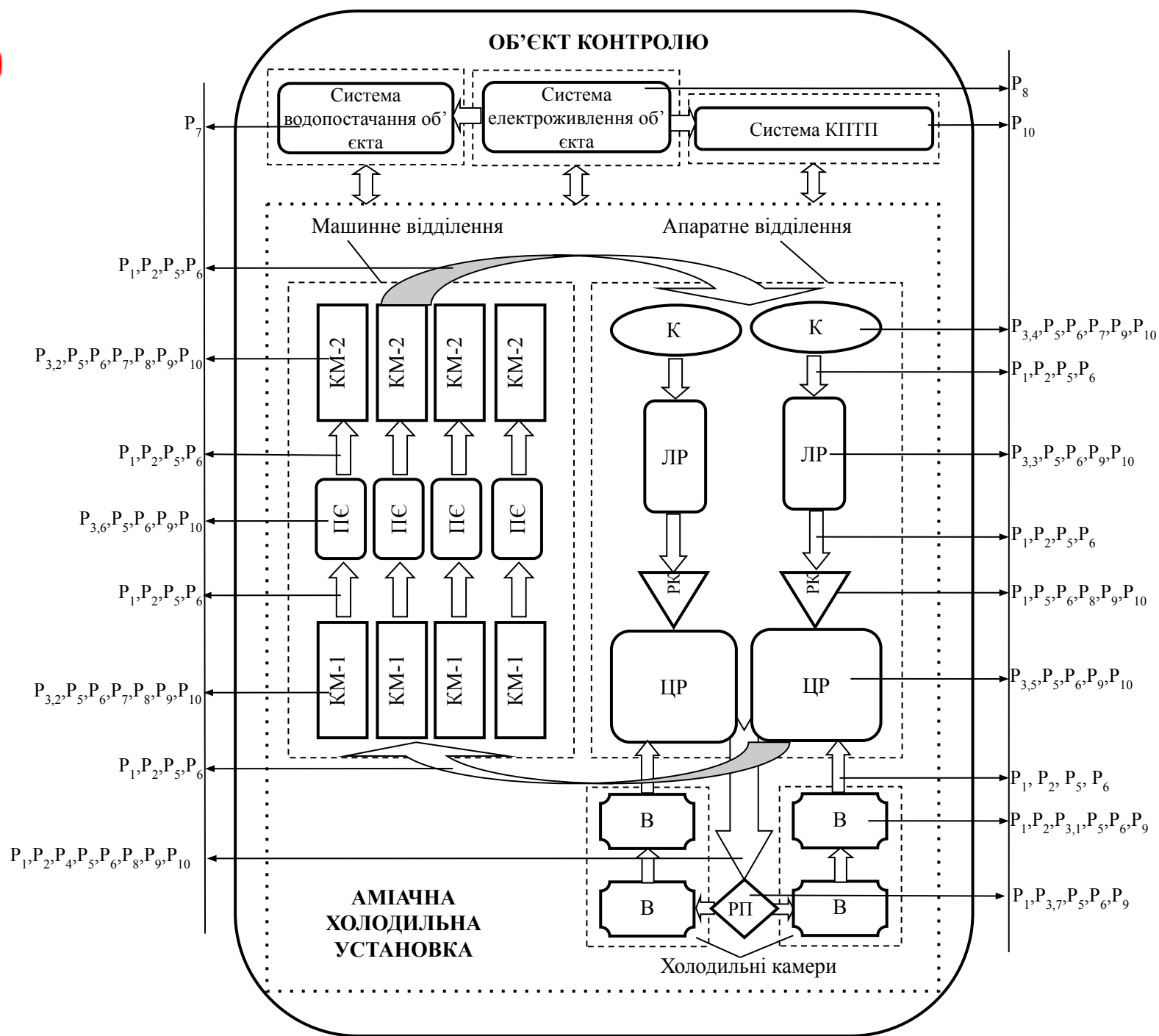
Принципова схема низькотемпературної аміачної холодильної установки середньої та великої продуктивності



Структурно-логічна модель роботи аміачної холодильної установки



1
1



1

2



блок показників технічної надійності P_n^{-I}
(імовірності відмови технологічного обладнання в результаті зношеності виробничих фондів, імовірності відмови технічних засобів контролю параметрів технологічного процесу та систем попередження виникнення аварій та інші показники, які включають особливості технологічного процесу);



блок показників впливу суб'єкта P_n^{-II}
(кількісна оцінка можливості допущення помилок обслуговуючим персоналом, що призводить до виникнення аварій на об'єкті з АХУ);



блок показників зовнішнього впливу P_n^{-III}
(імовірність виникнення аварії на об'єктах енергетики та водопостачання, що можуть негативно вплинути на штатне протікання технологічного процесу; виникнення НС у результаті каскадного розвитку аварії на сусідньому об'єкті, що є актуальним, ураховуючи велику щільність забудови та техногенну перевантаженість великих міст; кількісна оцінка можливості виникнення інших зовнішніх факторів природного та техногенного характеру, що чинять негативний вплив на безпеку об'єкта контролю).

1
3

$$P_n = \sqrt{\left(\overset{-I}{p}_n\right)^2 + \left(\overset{-II}{p}_n\right)^2 + \left(\overset{-III}{p}_n\right)^2}, \quad (1)$$

де $\overset{-I}{p}_n$, $\overset{-II}{p}_n$, $\overset{-III}{p}_n$ – нормовані значення показників небезпеки елементів АХУ при дії факторів небезпеки різної природи (формула (2)).

$$\overset{-m}{p}_n = \frac{p_n^m}{p_n^I + p_n^{II} + p_n^{III}}, \quad (2)$$

де m – показник природи фактора небезпеки (I – за «технічною надійністю», II – при «впливові суб'єкта», III – при «зовнішньому впливові»).

$$p_n^I = 1 - \prod_{i=1}^a e^{-\frac{\tau}{\lambda_i}} = 1 - e^{-\sum_{i=1}^a \frac{1}{\lambda_i} \cdot \tau}, \quad (3)$$

де a – кількість основних компонентів відповідного елемента установки;

λ_i – наробіток на відмову i -го компонента відповідного елемента установки;

$$\tau - \text{час роботи установки.} \quad \overset{I}{p}_n = 1 - e^{-\eta_n \cdot \tau}, \quad (4)$$

де η_n – щільність відмов n -го продуктопроводу;

τ – час його експлуатації.



$$p_n^{\Pi} = \frac{\sum_{j=1}^c \alpha_j}{c}, \quad (5)$$

де c – кількість факторів небезпеки, до дії яких чутливий n -ий елемент АХУ та які впливають на оператора на відповідному етапі його трудової діяльності;

α_j – показник чутливості персоналу до дії j -го фактора небезпеки (формула (6)).

$$\alpha_j = \varphi_k \cdot \frac{\sum_{i=1}^z \alpha_{j_{\text{norm.max}}}^n}{z} \cdot e, \quad (6)$$

де z – кількість психогенних чинників j -го фактора небезпеки;

φ_k – коефіцієнт зміни чутливості;

$\alpha_{j_{\text{norm.max}}}^n$ – нормовані максимальні значення чутливості до дії психогенного чинника;

e – інтенсивність виникнення помилок оператора.

$$p_n^{\text{III}} = \sum_{j=1}^c \overline{w}_n^j \cdot \left(1 - e^{-\eta_j \cdot \tau}\right), \quad (7)$$

де c – кількість факторів небезпеки, які діють на n -ий елемент АХУ;

τ – час експлуатації установки;

η_j – щільність подій, які провокують виникнення j -го фактора небезпеки;

$\overline{w}_n^j$ – середнє значення коефіцієнта дії j -го фактора небезпеки на n -ий елемент установки (формула (8)).

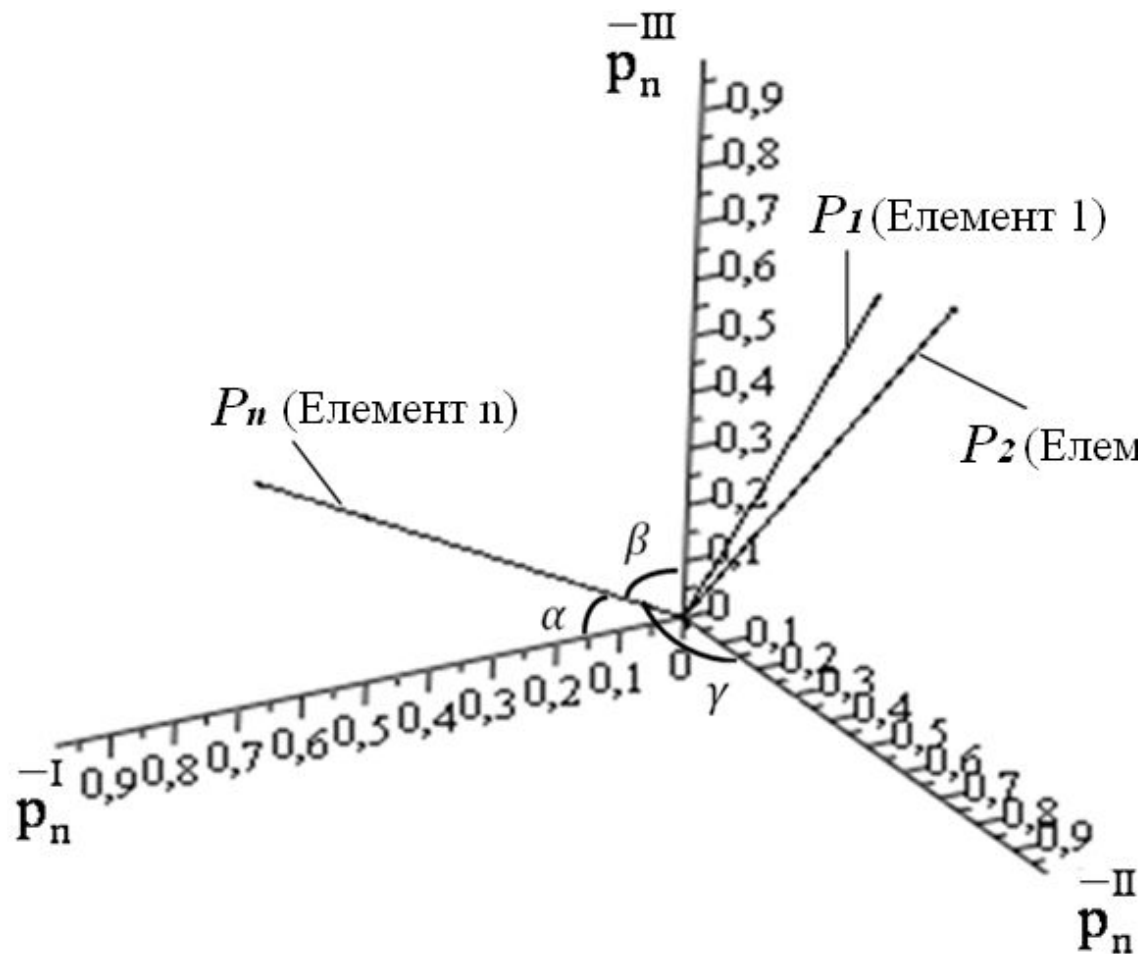
$$\overline{w}_n^j = \frac{\sum_{i=1}^c w_n^{i,j}}{c}, \quad (8)$$

де c – кількість експертів;

$w_n^{i,j}$ – коефіцієнт дії j -го фактора небезпеки на n -ий елемент установки, який визначив i -ий експерт.

1
6

Графічна інтерпретація інтегрованих показників небезпеки елементів АХУ (загальний вигляд)



▶ визначення **необхідності** здійснення управлінських заходів із підвищення рівня безпеки кожного з елементів АХУ;

▶ визначення **напрямків** здійснення таких заходів для найбільш ефективного управління рівнем безпеки об'єкта контролю.

$$P_n \leq P_n^{\text{стат}} \quad (9)$$

$$S_{\text{проф}} < S_{\text{зб}} \quad (10)$$



ВИСНОВКИ

1. На підставі теоретико-методологічного аналізу світового досвіду експлуатації об'єктів із аміачними холодильними установками **встановлено, що основними причинами виникнення надзвичайних ситуацій на них є технічні несправності устаткування, помилки персоналу та негативний вплив зовнішніх факторів. Технічний же стан більшості таких об'єктів в Україні є на сьогодні небезпечним.** Це зумовлено високим рівнем амортизаційного зношення обладнання та невідповідністю існуючим нормам безпеки.

2. На потенційно небезпечних об'єктах України для отримання холоду також застосовують аміачні холодильні установки. **Складність і небезпечність таких об'єктів зумовлена наявністю обладнання, яке експлуатується під високим тиском та при високій температурі; розгалуженою системою трубопроводів і апаратів з великою кількістю аміаку в різних агрегатних станах; високим рівнем амортизаційного зношення технологічного обладнання.**

3. Розроблено імітаційну модель стану безпеки об'єкта з аміачною холодильною установкою та аналітичний апарат управління безпекою на її **основі, які дозволяють визначити основний негативний вплив факторів небезпеки різної природи на функціонування об'єкта контролю, а також пріоритетні напрямки управління безпекою найменш надійних елементів об'єкта й обрати заходи для підвищення рівня безпеки з урахуванням аналізу доцільності їх застосування.**

