

8. Поляков Л.П. Химический состав и свойства нефтей различных горизонтов / Л.П.Поляков, СИ. Джафаров. – Уфа: Реактив, 2001. – 124 с.

Чуб І.А., Неронов О.А.

**Моделювання втрат нафти при аваріях на трубопроводах**

Визначається залежність втрат на фільтрацію в ґрунт при аварійному розливі нафти з різними значеннями її в'язкості

**Ключові слова:** аварійний розлив нафти, втрати нафти на фільтрацію в ґрунт, в'язкість нафти

Chub I.A., Neronov O.A.

**Modelling of losses of oil at crash on pipelines**

Dependence of losses on a filtration in soil is considered at a crash oil spill with various values of its viscosity

**Key words:** an crash oil spill, oil losses on a filtration in soil, viscosity of oil

**УДК 351.861**

*Шевченко Р.І., канд. техн. наук, нач. лаб., НУЦЗУ,  
Тарадуда Д.В., наук. співр., НУЦЗУ,  
Палюх В.В., магістр, НУЦЗУ*

**АНАЛІЗ МЕТОДОЛОГІЧНОЇ БАЗИ З ОЦІНКИ РИЗИКУ  
ВИНИКНЕННЯ АВАРІЇ НА ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ  
ОБ'ЄКТАХ**

(представлено д-ром фіз.-мат. наук Яковлевим С.В.)

Запропоновано алгоритм побудови методики оцінки ризику виникнення аварії на потенційно небезпечних об'єктах та у відповідності до нього проведено аналіз існуючої методологічної бази у сфері оцінки потенційної небезпеки об'єктів. За результатами аналізу виділено основну базу для створення ефективної методики оцінки ризику виникнення аварій.

**Ключові слова:** аміак, холодильна установка, оцінка ризику, потенційно небезпечний об'єкт

**Постановка проблеми.** Згідно останніх досліджень гостро стоїть питання забезпечення безпеки хімічно-небезпечних об'єктів в цілому та об'єктів, до складу яких входять аміачні холодильні

установки (АХУ) зокрема у зв'язку із значною зношеністю виробничих фондів. Існуюча економічна ситуація не дозволяє принципово змінити стан справ (замінити аміаковмісні установки на установки з іншими хладогенами). Саме тому доцільним є вирішення даної проблеми шляхом підвищення ефективності роботи існуючого прогностичного апарату, а в окремих випадках – його створення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Враховуючи сучасні світові тенденції, можна із впевненістю сказати, що дана проблематика являється актуальною для країн із слаборозвинутою економікою, або країн, що перебувають в економічній кризі. Це підтверджується проведенням аналізом літератури у даній сфері (авторство понад 90% розробок [2-7, 9-18] належить спеціалістам України та країн СНД).

Частково, з погляду на безпеку технологічного процесу, аналіз холодильних установок проведено у роботах [3, 6, 8], де пропонується особливу увагу приділяти конструкціям, які знаходяться під тиском і в зонах з високою температурою. Втім, єдиної ефективної комплексної оцінки безпеки об'єктів даного класу не існує.

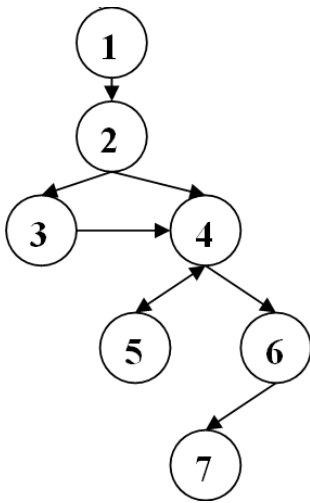
**Постановка завдання та його вирішення.** Для ефективної роботи методики оцінки ризику виникнення аварії на хімічно-небезпечних об'єктах в цілому та об'єктах, до склад яких входять аміачні холодильні установки зокрема необхідно визначити основну базу для її створення.

Вирішення поставленого завдання планується за допомогою аналізу існуючого прогностичного апарату у даній сфері на відповідність з алгоритмом побудови методики оцінки ризику виникнення аварії на хімічно-небезпечних об'єктах, який представлений на рис.1.

Переваги даного алгоритму наступні:

- величина прийнятного ризику не визначається, а задається;
- кількість параметрів, що контролюються є функцією заданої величини ризику, що дозволяє підвищити інформованість про стан об'єкта контролю;
- чітко зазначений діапазон зміни величини ризику виникнення аварії  $\Delta P$  від кількості та якості параметрів, що контролюються;

- високий рівень автоматизації методики, що передбачається (зменшення загального часу на обробку контрольних точок в результаті виконання п.2).



1. Визначення можливості прогнозу виникнення для типу аварій, що розглядається.
2. Визначення необхідного діапазону варіювання імовірності для забезпечення достатнього рівня безпеки.
3. Визначення показника довгостроковості прогнозу.
4. Визначення кількості необхідних параметрів для забезпечення ефективності прогнозу, яка закладена в п. 1 – 3.
5. Визначення фізики (природи) процесу виникнення аварії та її зв'язок з параметрами п. 4.
6. Визначення взаємозв'язків параметрів п. 4.
7. Визначення та обґрунтування ресурсної затратності для отримання заданої якості рівня прогнозу.

**Рис. 1 – Алгоритм побудови методики оцінки ризику виникнення аварії на потенційно небезпечних об'єктах**

Аналіз існуючої вітчизняної та закордонної методологічної бази в даній сфері на відповідність (схожість побудови) запропонованому алгоритму, дав наступні результати:

1. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки [15]. В даній методиці пропонується застосування окремих методів, таких як:

- дерево "відмов";
- аналіз видів і наслідків відмов;
- обробка статистичних даних про аварійність технологічної системи, що відповідають специфіці об'єктів підвищеної небезпеки чи виду діяльності;
- "що буде, якщо?";
- "перевірочний лист";
- аналіз експлуатаційної небезпеки (HAZOP-аналіз);
- експертні оцінки імовірності виникнення події.

Представлені методи кожен окремо дозволяє лише теоретично визначати деякі кількісні показники ризику, а не повну їх совокупність, необхідну для всебічної оцінки небезпеки. Також за допомогою запропонованих у даній Методиці методів не можливо зробити прогнозу щодо виникнення надзвичайної ситуації (НС) на об'єкті, що розглядається. Тобто алгоритм Методики не перекликається з жодним із запропонованих пунктів (див. рис. 1) і відпо-

відно не може бути прийнятий за основу побудови комплексної методи.

2. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті [11] призначена лише для попереднього оперативного прогнозування обстановки вже при зараженні території отруйними речовинами. Тобто описує лише можливі наслідки при виникненні НС на об'єкті, імовірність виникнення відповідного типу аварій не розглядається.

Отже, застосування даної Методики унеможлиблює:

- визначення необхідного діапазону варіювання імовірності виникнення НС;
- розробку прогнозу виникнення аварій, що розглядається, а відповідно і виконання усіх решти пунктів запропонованого нами алгоритму;

3. У методологічних пропозиціях, які викладені у роботі Солов'я В.В, Давидюка О.В. та Буца Ю.В. «Анализ и оценка риска аварий – основа принятия решений при управлении промышленной безопасностью» [16] автори удосконалюють Методики [9, 11] шляхом впровадження додаткового критерію кількісної оцінки ризику (потенціал опастности гибели человека в результате аварии) та математичної моделі і алгоритму розрахунку потенційного територіального ризику, що суттєво підвищує ефективність застосування Методик [9, 11], втім лише на етапі проектування об'єкту. Поведінка об'єкту під час експлуатації не розглядається. Цей факт є суттєвим недоліком, адже, навіть при врахуванні вищеприписаних пропозицій, при застосуванні Методик [9, 11] все ж є неможливою розробка прогнозу виникнення НС на об'єкті при його експлуатації.

4. У роботі Михайлюк О.П. та Олійника В.В. «Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки як складова забезпечення рівня техногенної безпеки» [12] автори висловлюють занепокоєність існуючим станом безпеки об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН) через майже 50% зношеність виробничих фондів і основним критерієм безпеки вважають наявність певної кількості небезпечних речовин. Тому для збільшення ефективності оцінки потенційної небезпеки об'єктів пропонують застосування методики ідентифікації ОПН шляхом визначення кількості небезпечних речовин, що знаходяться на об'єкті. Такий підхід до вирішення проблеми забезпечення безпеки на ОПН є малоінформативним, що не дає змо-

гу визначити можливість виникнення НС з причини інших існуючих небезпечних факторів.

5. Робота Мусаєва В.К. «Об оценке риска аварии на объектах хранения нефтепродуктов» [13] присвячена вдосконаленню методик оцінки ризику шляхом врахування специфіки роботи небезпечних об'єктів та проведення аналізу можливих сценаріїв розвитку НС при цьому. Втім за допомогою наведеного методу розробити прогноз виникнення НС та визначити необхідний діапазон варіювання імовірності для забезпечення достатнього рівня безпеки об'єкту не можливо.

6. Робота Ісакова С. Л. та Кондрашина А. В. «Об оценке риска пожарной опасности» [4] присвячена підвищенню ефективності кількісної оцінки ризику шляхом зменшення затрат часу на її проведення завдяки розробці моделюючого комплексу. Втім за основу прийнято існуючий математичний апарат з відповідними раніше переліченими недолікам.

7. Методика ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів [10] спрямована на визначення фактичного стану безпеки ПНО шляхом визначення кількості небезпечних речовин, які знаходяться на об'єкті та визначення можливих наслідків їх виходу в результаті НС за допомогою Методики [11], а отже її застосування, як і застосування Методики [11], унеможлиблює:

- визначення діапазону варіювання імовірності виникнення НС;
- розробку прогнозу виникнення аварій, що розглядається, а значить і виконання усіх решти пунктів запропонованого нами алгоритму;

8. У роботі Остапенка А.І. «Применение методов деревьев событий и деревьев отказов при анализе опасностей на опасных объектах по хранению и переработке зерна» [14] розроблена методика застосування окремих методів визначення імовірності виникнення НС для проведення аналізу ризику окремих груп ПНО. Застосування методики дає лише якісну оцінку ризику, втім з її допомогою визначити діапазон варіювання імовірності виникнення НС та розробити прогноз будь-якої довгостроковості не можливо.

9. «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» [15] визначає лише масштаби наслідків при НС, але не сам ризик її виникнення, тому застосування такої методики при оцінці потенційної не-

безпеки об'єктів є неефективним. Імовірність та розробка прогнозу виникнення НС взагалі не розглядається.

10. У роботі Фурта М.М., Кляйна А.Ж. та ін. «Кількісна оцінка ризику вибуху пилоповітряної суміші на промислових підприємствах» [1] пропонується удосконалити процедуру кількісної оцінки ризику шляхом поділу об'єктів на групи за їх розмірами, формою та структурними особливостями, а потім визначення сценарію виникнення та розвитку НС разом з їх частотою. Такий підхід є ефективним при визначенні імовірності виникнення НС, але при цьому не можливо обґрунтовано стверджувати, що при визначеній імовірності виникнення НС рівень небезпеки є прийнятним, тобто не визначається діапазон варіювання імовірності, необхідний для забезпечення достатнього рівня безпеки. При застосуванні даного методу розробити прогноз виникнення НС будь-якої довгостроковості не можливо.

11. У роботі Шматко О.В. та Паніної О.О. «Використання імовірнісних оцінок при аналізі безпеки» [18] автори звертають увагу на проблему визначення імовірності виникнення аварії (ІВА) на об'єкті при оцінці потенційної небезпеки (у більшості випадків використання на практиці середньостатистичного по галузі значення ІВА для даного типу об'єктів, в решті випадків – складність та трудомісткість проведення розрахунків через відсутність, неточності та невизначеності вихідних даних) та пропонують вирішення цієї проблеми шляхом імітаційного моделювання (ІМ) подій в системі «оператор-устаткування-робоче середовище». Втім застосування такого моделювання призводить до суттєвих неточностей отриманих оцінок, до того ж такий підхід дає лише якісну оцінку стану безпеки об'єкту та не дає можливості розробки прогнозу виникнення аварії.

12. У публікації Кірючка О.В., Муріна М.М. та ін. «Оцінка багатокритеріальної методики аналізу хімічно небезпечного стану об'єктів та регіонів України» [5] автори звернули увагу на тенденцію зменшення хімічної небезпеки об'єктів через зменшення кількості населення, яке мешкає у зоні можливого хімічного зараження і пропонують здійснювати оцінку стану об'єктів за допомогою багатокритеріальної методи, яка базується на вивченні та аналізі динаміки негативних збитків, що прогнозуються. Втім запропонована методика по-перше не враховує фізику процесу виникнення аварій, а саме можливості виникнення аварії на сусідніх об'єктах з подальшим каскадним розвитком аварії, імовірність відмови тех-

нологічного обладнання, систем контролю параметрів, та запобігання виникнення аварій, по-друге методика не визначає необхідного діапазону варіювання імовірності для забезпечення достатнього рівня безпеки, не визначається також і показник довгостроковості прогнозу виникнення аварії.

13. У роботі Абрамова Ю.О., Тютюника В.В. та Шевченка Р.І. «Моделювання процесу виникнення техногенної аварії на об'єктах підвищеної небезпеки нафтогазової промисловості» [2] автори за допомогою математичного апарату логіко-імовірнісної теорії безпеки проводять оцінку небезпеки експлуатації ОПН. Недоліками такого підходу є: по-перше, для спрощення аналізу розглядається лише два фактори впливу на безпеку об'єкту контролю, які лише частково відображають природу виникнення аварії, по-друге, дана методика не передбачає розробки прогнозу виникнення аварії на об'єкті контролю.

14. У роботі Лифара В.О. «Моделі надзвичайних ситуацій та метод оцінки техногенного ризику в автоматизованій системі забезпечення безпеки виробництва» [7] автор розглядає ризик травмування людини чи ушкодження обладнання в результаті дії небезпечних чинників при виникненні аварії на технологічному обладнанні. Фактори, які спричиняють виникнення аварії та сам ризик виникнення НС у даній роботі не розглядаються, а отже з допомогою даного методу не можливо розробити прогнозу виникнення НС на об'єкті контролю.

15. У роботі Шматко А.В. та Малежика А.В. «Применение вероятностно-детерминистической модели при прогнозировании техногенных аварий на объектах химической промышленности» [17] автори розглядають поведінку елементів складної технологічної системи при виникненні в ній аварійної ситуації. Причини виникнення аварії на об'єкті контролю, питання пов'язані з прогнозом виникнення НС у роботі не розглядається.

Результати аналізу відповідності існуючих методик запропонованому алгоритму (див. рис. 1) наведені у таблиці 1.

**Таблиця 1 – Аналіз відповідності існуючих методик запропонованому алгоритму побудови методики оцінки ризику виникнення аварії на потенційно небезпечних об'єктах**

№ п/п	Назва роботи, в якій розглядається методика (метод)	1. Визначення можливості прогнозу виникнення для типу аварій, що розглядається	2. Визначення необхідного діапазону варіювання імовірності для забезпечення достатнього рівня безпеки	3. Визначення показника □ довгостроковості прогнозу	4. Визначення кількості необхідних параметрів для забезпечення ефективності прогнозу, яка закладена в п. 1 – 3	5. Визначення фізики (природи) процесу виникнення аварії та її зв'язок з параметрами п. 4	6. Визначити взаємозв'язок параметрів п. 4	7. Визначення та обґрунтування ресурсної затратності для отримання заданої якості рівня прогнозу
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки	–	–	–	–	–	–	–
2.	Методики прогнозування наслідків виліву (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті	–	–	–	–	–	–	–
3.	Анализ и оценка риска аварий – основа принятия решений при управлении промышленной безопасностью	+	–	–	≠	≠	≠	–
4.	Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки як складова забезпечення рівня техногенної безпеки	–	–	–	–	–	–	–
5.	Об оценке риска аварии на объектах хранения нефтепродуктов	–	–	–	≠	≠	≠	–
6.	Об оценке риска пожарной опасности	–	–	–	–	–	–	–
7.	Методика ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів	–	–	–	–	–	–	–
8.	Применение методов деревьев событий и деревьев отказов при анализе опасностей на опасных объектах по хранению и переработке зерна	–	–	–	–	≠	–	–
9.	Методика прогнозування масштабів зараження сильнодействующими ядовитими веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте	–	–	–	–	–	–	–
10.	Кількісна оцінка ризику вибуху пилоповітряної суміші на промислових підприємствах	–	–	–	–	≠	–	–
11.	Використання імовірнісних оцінок при аналізі безпеки	–	–	–	–	–	–	–

Аналіз методологічної бази з оцінки ризику виникнення аварії на потенційно небезпечних об'єктах



## Продовження таблиці 1

12.	Оцінка багатокритеріальної методики аналізу хімічно небезпечного стану об'єктів та регіонів України	-	-	-	-	-	-	-
13.	Моделювання процесу виникнення техногенної аварії на об'єктах підвищеної небезпеки нафтогазової промисловості	-	+	-	±	±	-	-
14.	Моделі надзвичайних ситуацій та метод оцінки техногенного ризику в автоматизованій системі забезпечення безпеки виробництва	-	-	-	-	-	-	-
15.	Применение вероятностно-детерминистической модели при прогнозировании техногенных аварий на объектах химической промышленности	-	-	-	-	-	-	-

+ - методика включає виконання зазначеного пункту;

- - методика не включає виконання зазначеного пункту;

± - методика частково чи лише на деяких етапах включає виконання зазначеного пункту.

**Висновки.** Запропоновано алгоритм побудови методики оцінки ризику виникнення аварії на потенційно небезпечних об'єктах та проведено аналіз існуючого досвіду у сфері оцінки потенційної небезпеки на відповідність даному алгоритму. Виходячи із результатів аналізу, визначено базу для створення ефективної методики оцінки ризику за запропонованим алгоритмом, а саме робота [2] в основному для розробки методики за п. 2, 4 - 6, робота [13] – п. 4 - 6 та робота [16] – п. 1, 4.

## ЛІТЕРАТУРА

1. 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.
2. Абрамов Ю.О. Моделювання процесу виникнення техногенної аварії на об'єктах підвищеної небезпеки нафтогазової промисловості / Ю.О. Абрамов, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2006. № 3. С. 5-18.
3. Аверин Г.В. Анализ опасностей аммиачных компрессорных установок / Г.В. Аверин, В.М. Москалец // Вестник Донецкого университета. Серия А. Естественные науки. – 2008. – №3. – С. 32-40.

4. Ісаков С.Л. Об оценке риска пожарной опасности / С.Л. Исаков, А.В. Кондрашина // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2007. № 3-4. – С. 33-38.
5. Кірючкін О.Ю. Оцінка багатокритеріальної методики аналізу хімічно небезпечного стану об'єктів та регіонів України / О.Ю. Кірючкін, М.М. Мурін, В.В. Тютюнник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2007. № 6. С. 62 - 73.
6. Кунин П.П., Лапин В.Л. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. – Москва: Высшая школа, 2002. – 327 с.
7. 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.
8. Маршал В. Основные опасности химических производств. М.: Мир. – 1989. – 672 с.
9. 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.
10. Методика ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів // Офіційний вісник України від 05.04.2006. – 2006. – №12/№14. – С. 391-398.
11. 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.
12. 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.
13. Мусаев В.К. Об оценке риска аварии на объектах хранения нефтепродуктов / В.К. Мусаев // Безопасность и экология технологических процессов и производств: всероссийск. науч.-практ. конф., май, 2007 г.: тезисы докл. – Персиановский., 2007. – С. 176-178.
14. Остапенко А.І. Применение методов деревьев событий и деревьев отказов при анализе опасностей на опасных объектах по хранению и переработке зерна / А.І.Остапенко // Естественные и технические науки. – 2007. № 6. С. 259-263.

15. РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте».
16. Соловей В.В. Анализ и оценка риска аварий – основа принятия решений при управлении промышленной безопасностью / В.В. Соловей, О.В. Давидюк, Ю.В. Буц // Проблемы надзвичайних ситуацій. – 2006. – №4. – С. 219-231.
17. Шматко А.В. Применение вероятностно-детерминистической модели при прогнозировании техногенных аварий на объектах химической промышленности / А.В. Шматко, А.В. Малевич // Проблемы надзвичайних ситуацій. – 2007. №7. С. 160-166.
18. Шматко О.В. Використання імовірнісних оцінок при аналізі безпеки О.В. Шматко, О.О. Паніна // Проблемы пожарной безопасности. – 2005. №18. С. 192 -196.  
nuczu.edu.ua

Шевченко Р.И., Тарадуда Д.В., Палюх В.В.

**Формирование основной базы для создания методики оценки риска возникновения аварии на потенциально опасных объектах**

Предложен алгоритм построения методики оценки риска возникновения аварии на потенциально опасных объектах и в соответствии с ним проведен анализ существующей методологической базы в сфере оценки потенциальной опасности объектов. По результатам анализа выделено основную базу для создания эффективной методики оценки риска возникновения аварий.

**Ключевые слова:** аммиак, холодильная установка, оценка риска, потенциально опасный объект

Taraduda D.V., Shevchenko R.I., Palyukh V.V.

**Formation of the main base to create a methodology for assessing the risk of an accident on potentially dangerous objects**

The algorithm of construction methodology for assessing the risk of accidents at hazardous installations and in accordance with this analysis of the existing methodological framework in assessing the potential risk of objects. According to the analysis highlighted the basic framework for an effective methodology for assessing the risk of accidents.

**Key words:** ammonia, a refrigerating machinery, risk assessment, potentially dangerous object