

## **АНАЛІЗ ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ ЛІНІЙНОЇ ЧАСТИНИ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ**

**<sup>1</sup>Мацук З.М.**

*<sup>1</sup>Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»*

## **АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОГО РИСКА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ**

**<sup>1</sup>Мацук З.М.**

*<sup>1</sup>Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»*

## **ANALYSIS OF TECHNOGENIC RISK FOR THE LINEAR PART OF THE MAIN GAS PIPELINES**

**<sup>1</sup>Matsuk Z.M.**

*<sup>1</sup>State Higher Educational Institution «Pridneprovsk State Academy of Building and Architecture»*

**Анотація.** У статті розкрито питання аналізу техногенного ризику лінійної частини магістральних газопроводів (надалі – ЛЧМГ), наведено основне призначення, цілі і завдання, основні етапи аналізу техногенного ризику ЛЧМГ, а також опис структури показників безпеки та ризику ЛЧМГ, висвітлено питання відсутності в Україні системного підходу щодо промислової безпеки об'єктів ЛЧМГ, а саме Закону України «Про промислову безпеку», Державного стандарту з питань подовження терміну безпечної експлуатації магістральних газопроводів, Методики визначення техногенного ризику ЛЧМГ, що ускладнює процес формування плану стратегічно об'ґрунтованих капіталовкладень у безпеку магістральних газопроводів та прискорює їх деградацію. Запропоновано послідовність оцінки ризику та підготовки висновків щодо аналізу техногенного ризику ділянок ЛЧМГ у вигляді блок-схеми, в якій приведено перелік заходів, що пропонується вважати основними засадами формування майбутньої методики оцінки техногенних ризиків ЛЧМГ. Окремим розділом описано послідовність дій на етапі планування та організації робіт з аналізу техногенного ризику ЛЧМГ. В блок-схемі наведено кроки з ідентифікації небезпек, а також детальний опис дій, що в сукупності являють собою оцінку ризику. В окремому розділі об'ґрунтовано необхідність переходу газотранспортних підприємств України до ризик-орієнтованого підходу у питаннях забезпечення промислової безпеки об'єктів підвищеної небезпеки, яка пов'язана з тим, що на зміну концепції абсолютної безпеки прийшла концепція «прийнятного ризику», тобто концепція знаходження компромісу між рівнем безпеки й можливостями для його досягнення. Розроблено та запропоновано «Дерево відмов для підземного магістрального газопроводу» у вигляді блок-схеми з детальною ідентифікацією небезпек, що дозволяє оцінити техногенні ризики ЛЧМГ, а також розробити та впровадити методику визначення техногенного ризику ЛЧМГ. У підсумку зроблено висновок, що практичний ефект від застосування розроблених та наведених у статті засад формування методичного забезпечення питань оцінки техногенного ризику ЛЧМГ та «Дерева відмов підземного магістрального газопроводу» під час створення методики оцінки техногенного ризику ЛЧМГ сприятиме підвищенню рівня промислової безпеки газотранспортних підприємств України.

**Ключові слова:** ризик, аналіз, безпека, газ, аварія, ймовірність.

Небезпека об'єктів магістрального транспорту газу визначається сукупністю небезпечних виробничих факторів, які виникають в процесі перекачування, і небезпечних властивостей середовища, яке транспортується.

До небезпечних виробничих факторів слід віднести:

- а) руйнування об'єкту або його елементів, що супроводжується розлітанням осколків металу і ґрунту;
- б) займання газу, що транспортується, при руйнуванні об'єкту, відкритий вогонь і термічний вплив пожежі;
- в) вибух газоповітряної суміші, його надлишковий тиск;

- г) руйнування і пошкодження будівель, споруд, устаткування;
- д) знижена концентрація кисню;
- е) задимлення, токсичність продукції і продуктів згоряння.

Єдина Газотранспортна система України характеризується високим рівнем моральної та фізичної зношеності технологічного обладнання.

Відсутність в Україні системного підходу до питань промислової безпеки об'єктів лінійної частини магістральних газопроводів, а саме Закону України «Про промислову безпеку» [1], Державного стандарту з питань подовження терміну безпечної експлуатації магістральних газопроводів, методики визначення техногенного ризику лінійної частини магістральних газопроводів та, як наслідок, стратегічно обґрунтованих капіталовкладень у безпеку магістральних газопроводів прискорює їх деградацію, тобто сприяє зниженню ряду фізико-механічних та електрохімічних характеристик, які визначають працездатність сталей як основного несучого елемента конструкції.

Жорсткі умови експлуатації – тривала взаємодія напруженого металу з агресивним корозійним середовищем, циклічні зміни тиску, коливання температур – ще більше пришвидшують процеси деградації трубної сталі та зварних з'єднань [2; 3]. Не виявлені (не усунуті) дефекти, закладені на етапі будівництва, являють собою потенційну загрозу для суспільства та працівників газотранспортних підприємств.

Серед іншого, аналіз техногенного ризику (ризик аварій) лінійної частини магістральних газопроводів (надалі – ЛЧМГ) є необхідним елементом керування промисловою безпекою газотранспортних підприємств (надалі – ГТП) [4; 5]. Процедура аналізу ризику повинна бути циклічною та включати в себе систематизацію всієї доступної інформації щодо стану об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН), до яких відносяться МГ, з точки зору промислової безпеки, ідентифікацію небезпек, оцінку ризику аварій, аналіз отриманих показників ризику, розробку рекомендацій щодо зниження ризику і перевірку ефективності цих рекомендацій у наступному циклі аналізу.

## **1. Основне призначення аналізу техногенного ризику ЛЧМГ**

Основне призначення аналізу ризику полягає у наданні посадовим особам газотранспортних підприємств, які приймають рішення:

- а) об'єктивної інформації щодо стану промислової безпеки ЛЧМГ;
- б) відомостей щодо найбільш небезпечних складових;
- в) відомостей щодо можливої кількості постраждалих, обсягів можливих матеріальних збитків виробництву, третім особам і навколишньому природному середовищу від можливих аварій на ОПН і очікуваної частоти (ймовірності) реалізації аварій і їх небажаних наслідків;
- г) обґрунтованих рекомендацій щодо зменшення ризику;
- д) обґрунтованих рекомендацій щодо розподілу матеріальних і фінансових ресурсів, які спрямовуються на підвищення рівня безпеки ОПН.

## **2. Цілі і завдання аналізу техногенного ризику ЛЧМГ**

Цілі і завдання аналізу техногенного ризику на різних етапах життєвого циклу ОПН розрізняються і повинні бути конкретизовані для кожного етапу окремо.

2.1. На етапі експлуатації ОПН цілями аналізу ризику є:

- а) перевірка відповідності умов експлуатації вимогам промислової безпеки;
- б) отримання нової або уточнення існуючої інформації про основні небезпеки та ризики на ОПН для персоналу, населення та довкілля;
- в) розстановка пріоритетів під час направлення наявних у газотранспортного підприємства обмежених ресурсів на технічне обслуговування і ремонт обладнання з метою оптимального розподілу коштів за складовими ОПН відповідно до рівнів розрахованого ризику останніх;
- г) розробка рекомендацій і заходів щодо зниження ризику ОПН;
- д) вдосконалення інструкцій з експлуатації та технічного обслуговування об'єктів ЛЧМГ, уточнення плану локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій на ОПН;
- е) оцінка ступеня зниження ризику в результаті внесених змін до організаційних структур ОПН, прийоми практичної роботи і технічного обслуговування ОПН за умови вдосконалення системи управління промисловою безпекою.

## **3. Структура показників безпеки та ризику ЛЧМГ**

Основними кількісними складовими ризику є:

- а) очікувана частота аварій;
- б) розміри зон негативного впливу вражаючих факторів аварій;
- в) кількість постраждалих, зокрема загиблих і поранених (під час реалізації конкретного сценарію аварії);
- г) умовна ймовірність ураження людей (під час реалізації конкретного сценарію аварії);
- д) збитки від аварії (під час реалізації конкретного сценарію аварії).

Основними кількісними показниками ризику є:

- а) очікуваний річний збиток;
- б) потенційний територіальний ризик;
- в) колективний ризик;
- г) індивідуальний ризик;
- д) соціальний ризик.

## **4. Основні етапи аналізу техногенного ризику ЛЧМГ**

Основними етапами кількісного аналізу ризику є:

- а) Етап № 1 – планування і організація робіт з аналізу ризику;
- б) Етап № 2 – ідентифікація небезпек;
- в) Етап № 3 – оцінка ризику;
- г) Етап № 4 – розробка рекомендацій щодо зменшення ризику.

## 5. Аналіз техногенного ризику ЛЧМГ

Структура, зміст етапів, алгоритм, а також методичний підхід до аналізу ризику ЛЧМГ повинні визначатися її специфікою, яка характеризується наступними особливостями:

а) висока продуктивність МГ і значна протяжність його секцій між лінійними кранами – це властивості, які зумовлюють у разі розриву трубопроводу викид у довкілля великих обсягів природного газу;

б) прямий контакт МГ з довкіллям, що зумовлює наявність взаєморуйнуючих процесів у системі «трубопровід-середовище», який знижує конструктивну надійність трубопроводу;

в) лінійна макрогеометрія, яка обумовлює:

1) той факт, що різні ділянки траси кожного трубопроводу експлуатуються у різних ґрунтових, гідрогеологічних, геокріологічних, ландшафтно-топографічних, сейсмічних, соціально-демографічних, господарсько-економічних і пов'язаних з ними антропогенних і техногенних умовах при тому, що вздовж траси МГ постійно змінюються конструктивно-технологічні та експлуатаційні параметри самого МГ, що зумовлює відмінності на різних ділянках траси МГ, поперше, значень очікуваної частоти аварій і, по-друге, видів і обсягів можливих збитків від аварій;

2) непередбачуваність точного місця виникнення аварії вздовж траси МГ, що ускладнює методологічні підходи до розрахунку показників ризику на прилеглий до його траси території;

3) проходження значної частини МГ густонаселеними територіями за відсутності огорожі трас, що обумовлює підвищення ймовірності антропогенних впливів на трубопровід і виникнення великих обсягів соціально-економічних збитків внаслідок викликаних цими впливами аварій.

Враховуючи вищевикладене і проведені дослідження, пропонуємо проводити оцінку ризику і робити висновки щодо техногенного ризику ділянок ЛЧМГ згідно запропонованої послідовності (рис.1). Пропонується вважати перелік заходів, наведений у блок-схемі, основними засадами формування майбутньої методики оцінки техногенних ризиків ЛЧМГ.

Під поняттям «аварія на ЛЧМГ» розуміється небезпечна подія техногенного характеру, що спричинила ураження, травмування населення або створює на окремій території чи території суб'єкта господарювання загрозу життю або здоров'ю населення та призводить до руйнування (розриву) магістрального газопроводу, порушення процесу транспортування природного газу чи спричиняє наднормативні аварійні викиди природного газу на довкілля із його займанням чи без займання. Таке розуміння є гармонізованим з поняттям «аварія», розкритим Цивільним кодексом України [10].

## 6. Планування та організація робіт з аналізу техногенного ризику

На етапі планування та організації робіт з аналізу техногенного ризику ЛЧМГ слід:

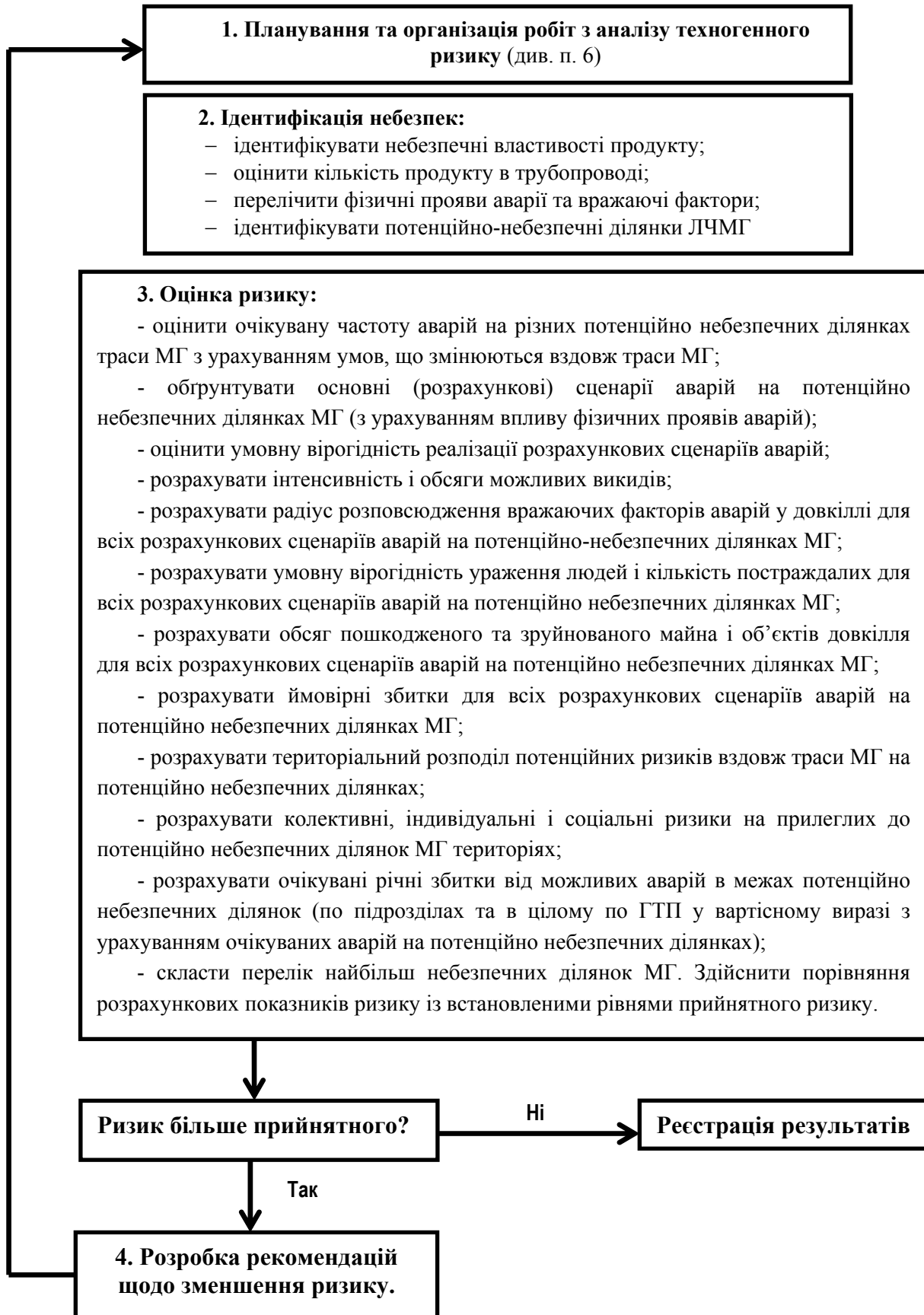


Рисунок 1 – Блок-схема аналізу техногенного ризику ЛЧМГ

- а) визначити причини, чинники і проблеми, що зумовили необхідність проведення аналізу ризику;
- б) організувати групу фахівців для виконання аналізу;
- в) визначити цілі і завдання аналізу ризику з урахуванням стадії життєвого циклу ОПН;
- г) визначити глибину (деталізацію) аналізу ризику з урахуванням цілей і завдань аналізу, фінансових ресурсів, виділених на проведення аналізу, обмежень вихідних даних щодо ОПН, і на цій основі уточнити набір показників ризику, що розраховуються, алгоритм і набір методів аналізу ризику;
- д) уточнити склад групи фахівців для виконання аналізу з урахуванням виявленої глибини (деталізації) аналізу ризику;
- е) зібрати дані і описати ОПН (технологічне обладнання, комунікації, споруди, будівлі, системи управління і захисту), його природне і соціальне оточення;
- ж) обґрунтувати критерії прийнятного ризику, які рекомендується визначати, базуючись або на нормах і правилах промислової безпеки, або на відомостях щодо інцидентів, що мали місце, їх наслідків (середньостатистичних показниках техногенних подій), на фонових показниках ризику повсякденної діяльності або на обліку балансу «ризик-вигода» для розглянутого ОПН.

## 7. Оцінка техногенного ризику ЛЧМГ. Дерево відмов МГ

Необхідність переходу газотранспортних підприємств України до ризикорієнтованого підходу у питаннях забезпечення промислової безпеки ОПН очевидна і пов'язана з тим, що на зміну концепції абсолютної безпеки - ALARA («As Low As Practicable Achievable») прийшла концепція «прийнятного ризику», тобто концепція знаходження компромісу між рівнем безпеки й можливостями для його досягнення. Основою нормативної бази України щодо визначення ризиків є два основних нормативних рівні ризиків: мінімальний і гранично допустимий [6;7].

«Концепція абсолютної безпеки» довгий час була базовою на пострадянському просторі і передбачала необхідність застосування всіх заходів захисту, які можливо практично здійснити. Як показує світовий досвід, застосування такого підходу до законів техносфери є організаційно ймовірнішим і практично витратним підходом, тим більше, що абсолютна безпека властива лише таким системам, які позбавлені акумульованої енергії. Натомість «Концепція прийнятного ризику» – ALARA («As Low As Reasonable Achievable») прагне досягти такого рівня ризику, з яким суспільство в даний період часу може погодитися, при цьому вона не виключає принцип «передбачити і попередити» [8].

Основні поняття, які застосовуються в Україні під час аналізу ризику ОПН, зводяться до наступного.

Ризик – ступінь ймовірності певної негативної події, яка може відбутися в певний час або за певних обставин на території об'єкта підвищеної небезпеки та/або за його межами [9];

Прийнятний ризик – ризик, який не перевищує на території об'єкта підвищеної небезпеки і за його межами гранично допустимого рівня [9];

Небезпека аварії – загроза, можливість заподіяння збитків людині, майну і (чи) довкіллю внаслідок аварії на об'єкті підвищеної небезпеки [9];

Оцінка ризику аварії – процес визначення ймовірності та вагомості наслідків реалізації небезпек аварій для здоров'я людини, майна і довкілля [9];

"Дерево відмов" – форма упорядкованого графічного зображення логіко-ймовірнісного зв'язку випадкових подій (порушень, відмовлень, помилок тощо), що призводять до реалізації небажаної кінцевої події ("верхня подія") [9].

Для оцінки ризику виникнення аварій для кожної ініціюючої аварію події на потенційному джерелі аварії виконується оцінка ймовірності її реалізації протягом одного року [9].

Під час розгляду можливих відхилень параметрів процесу можуть використовуватися:

- а) дерево "відмов";
- б) інші обґрунтовані методи оцінки [9].

Слід відзначити, що газотранспортні підприємства України наразі не мають ані «дерева відмов», ані обґрунтованих методів оцінки техногенного ризику ЛЧМГ.

Проаналізувавши наступні нормативні та пов'язані з ними документи, а саме:

- НПАОП-60.3-1.01-10 «Правила безпечної експлуатації магістральних газопроводів»;
- ВБН В3.1-00013741-08:2008 «Магістральні газопроводи. Лінійна Частина. Капітальний ремонт»;
- ВБН В.2.3 - 00013741-07:2007 «Магістральні трубопроводи. Будівництво. Земляні роботи та рекультивация»;
- СОУ 49.5-30019801-115:2014 «Правила технічної експлуатації магістральних газопроводів»;
- ДСТУ-Н Б В.2.3-21-2008 «Настанова. Визначення залишкової міцності магістральних трубопроводів з дефектами».
- ДСТУ 4219-2003 «Трубопроводи сталеві магістральні. Загальні вимоги до захисту від корозії»;
- ДСТУ-Н Б А.3.1-29:2015 «Нанесення захисних покриттів та улаштування теплової ізоляції. Настанова»;
- ДСТУ 180 8501-1:2015 «Підготовка сталевих поверхонь перед нанесенням фарб і подібних покриттів. Візуальне оцінювання чистоти поверхні. Частина 1. «Ступені ржавіння та ступені підготовки непофарбованих сталевих поверхонь і сталевих поверхонь після повного видалення попередніх покриттів»;
- ГБН В.2.3-00013741-11:2010 «Магістральні трубопроводи. Лінійна частина. Прокладання труб на криволінійних ділянках траси без технологічних захльостів»;

- ГБН В.2.3-00013741-12:2010 «Магістральні трубопроводи. Лінійна частина. Баластування та закріплення»;
- ОНТП 51-1-85 «Общесоюзные нормы технологического проектирования»;
- СНиП 2.05.06-85 «Магистральные трубопроводы»;
- СНиП III-42-80 с изм.3 «Правила производства и приёмки работ» (тимчасово чинний, чим замінено: ВБН В.2.3-00013741-09:2009/Мінпаливенерго України. Магістральні трубопроводи. Будівництво. Лінійна частина. Очищення порожнини та випробування [у частині розділу 11]);
- СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения»;
- ВСН 006-89 «Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Сварка»;
- ВСН 012-88 «Строительство магистральных и промышленных трубопроводов. Контроль качества и приёмка работ», тимчасово чинний, замінено СОУ 49.5-30019801-136 2017;
- ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 «Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів» (СНиП 3.02.01-87, МОБ), і враховуючи вимоги «Методики визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки» [9], нами розроблено і пропонується «Дерево відмов для підземного магістрального газопроводу» (надалі – ДВПМГ), наведене на рис. 2. Вважаємо, що оцінити техногенні ризики ЛЧМГ, а також розробити та впровадити методику визначення техногенного ризику ЛЧМГ неможливо без детальної ідентифікації небезпек та побудови ДВПМГ.

На рис. 2 прийнято наступні скорочення: ЛА – літальний апарат; БМР – будівельно-монтажні роботи; СкД – приховані корозійні дефекти (стрес-корозія, інші); КС – компресорна станція; ГПА – газоперекачувальний агрегат.

## Висновки

Визначено основні засади формування методики оцінки техногенного ризику ЛЧМГ. Наведено послідовність заходів, що досить повно розкриває сутність питання визначення техногенного ризику ЛЧМГ. Розроблене «Дерево відмов для підземного магістрального газопроводу» яке упорядковує логіко-ймовірнісні зв'язки випадкових подій, що можуть призвести до аварії на ЛЧМГ та не потребує подальшого наукового обґрунтування.

Застосування, під час створення методики оцінки техногенного ризику ЛЧМГ, розроблених та наведених у статті засад формування методичного забезпечення питань оцінки техногенного ризику ЛЧМГ та «Дерева відмов підземного магістрального газопроводу» сприятиме підвищенню рівня промислової безпеки газотранспортних підприємств України.



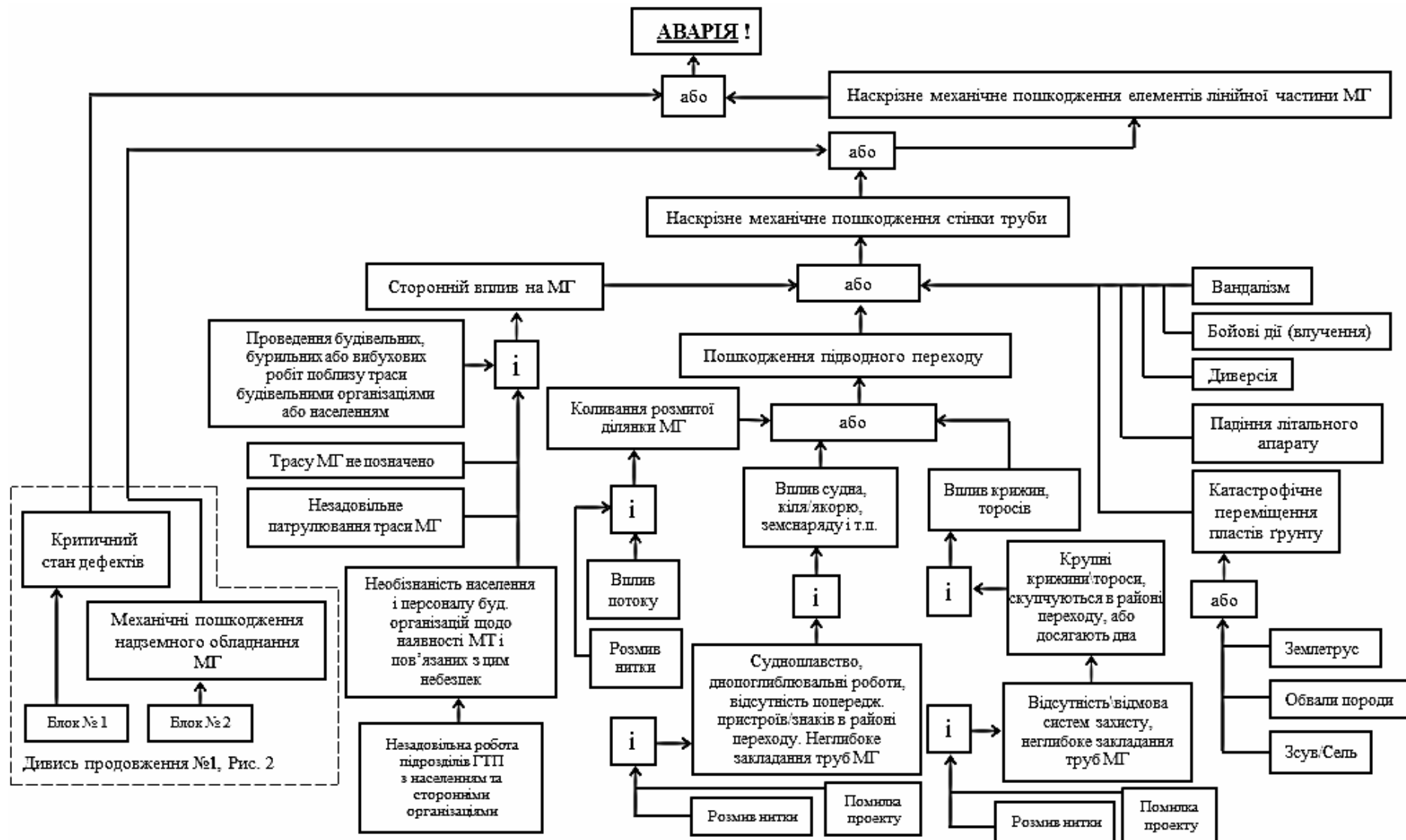


Рисунок 2 – Дерево відмов для підземного магістрального газопроводу

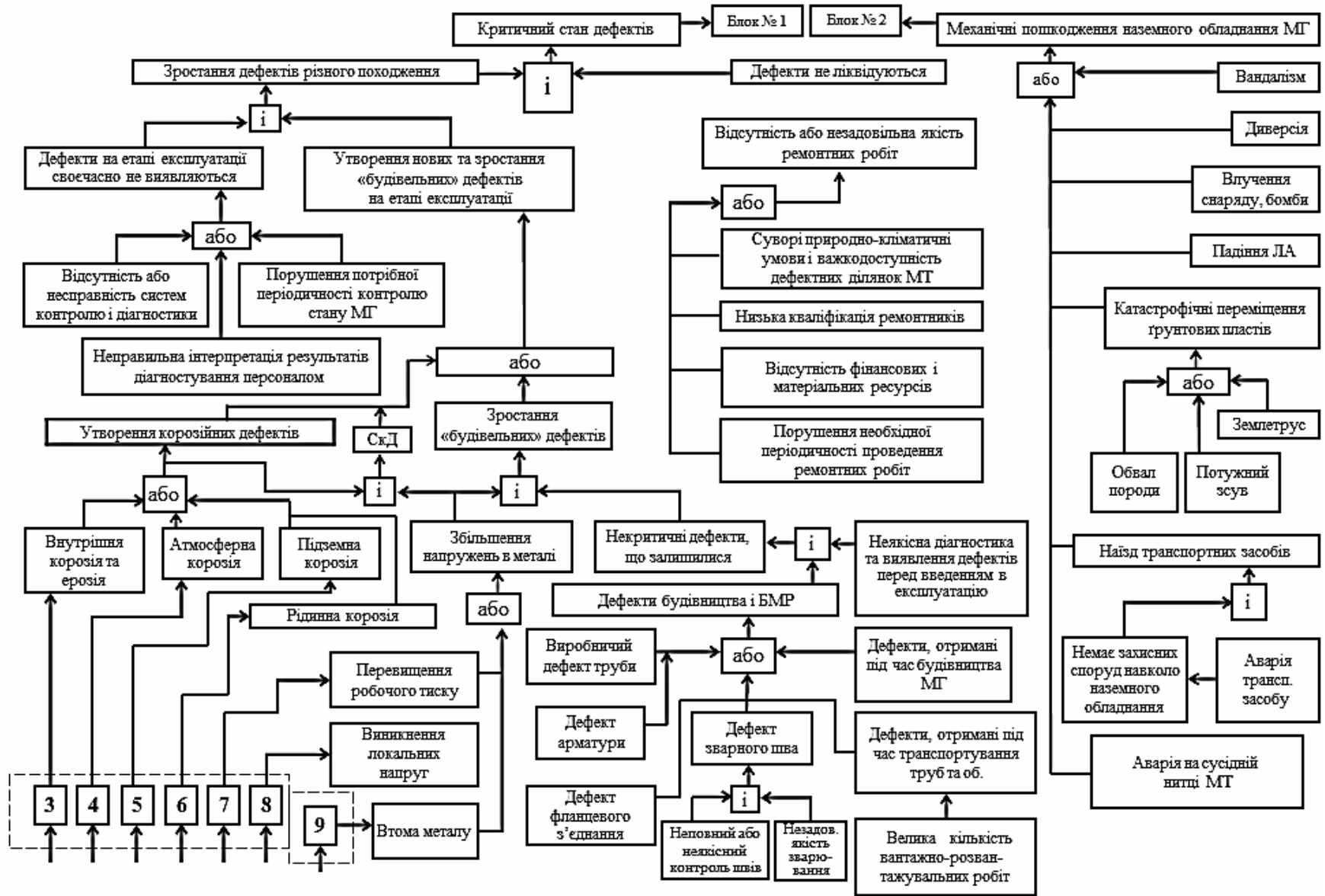


Рисунок 2 – Дерево відмов для підземного магістрального газопроводу (продовження 1)

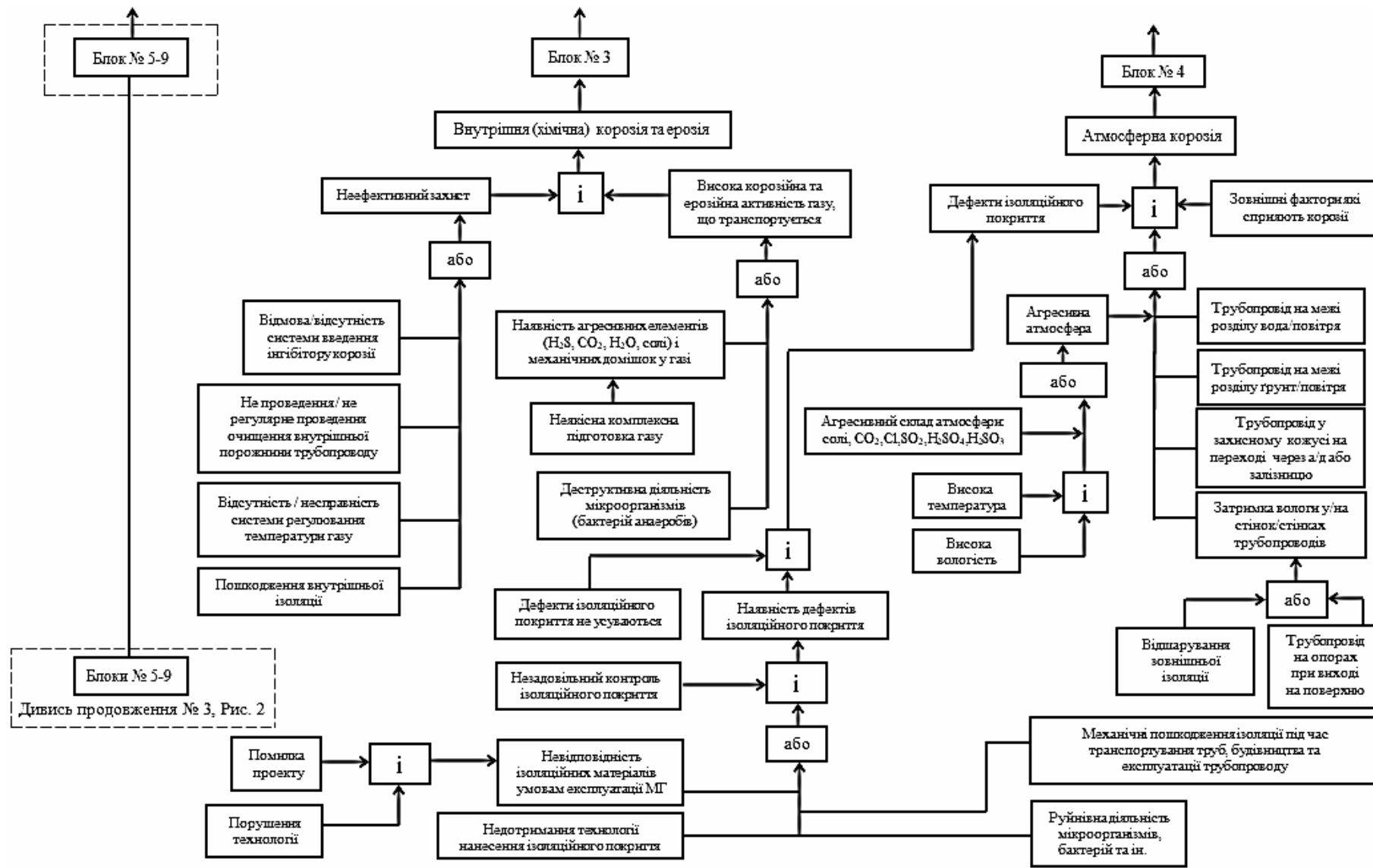


Рисунок 2 – Дерево відмов для підземного магістрального газопроводу (продовження 2)

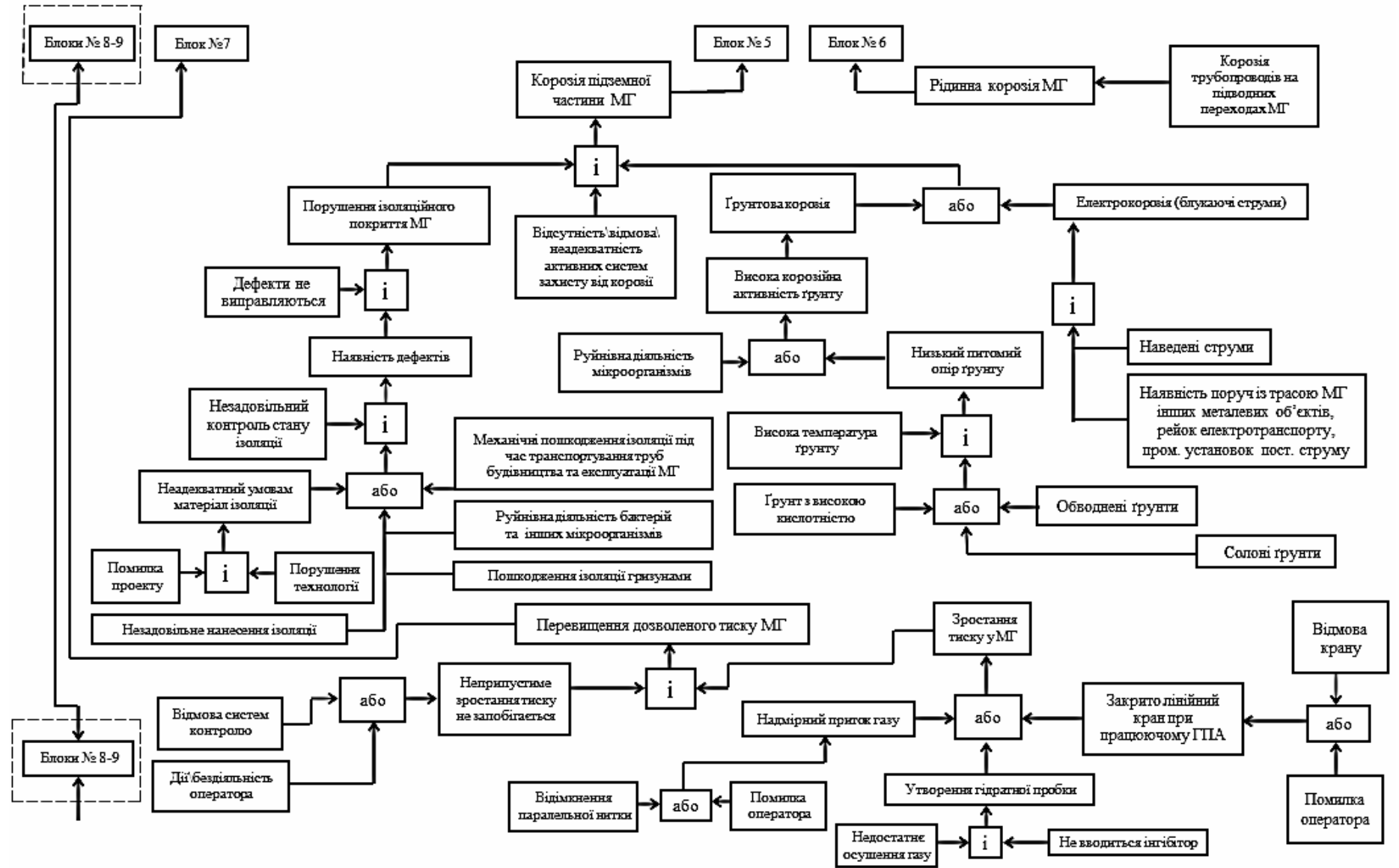


Рисунок 2 – Дерево відмов для підземного магістрального газопроводу (продовження 3)

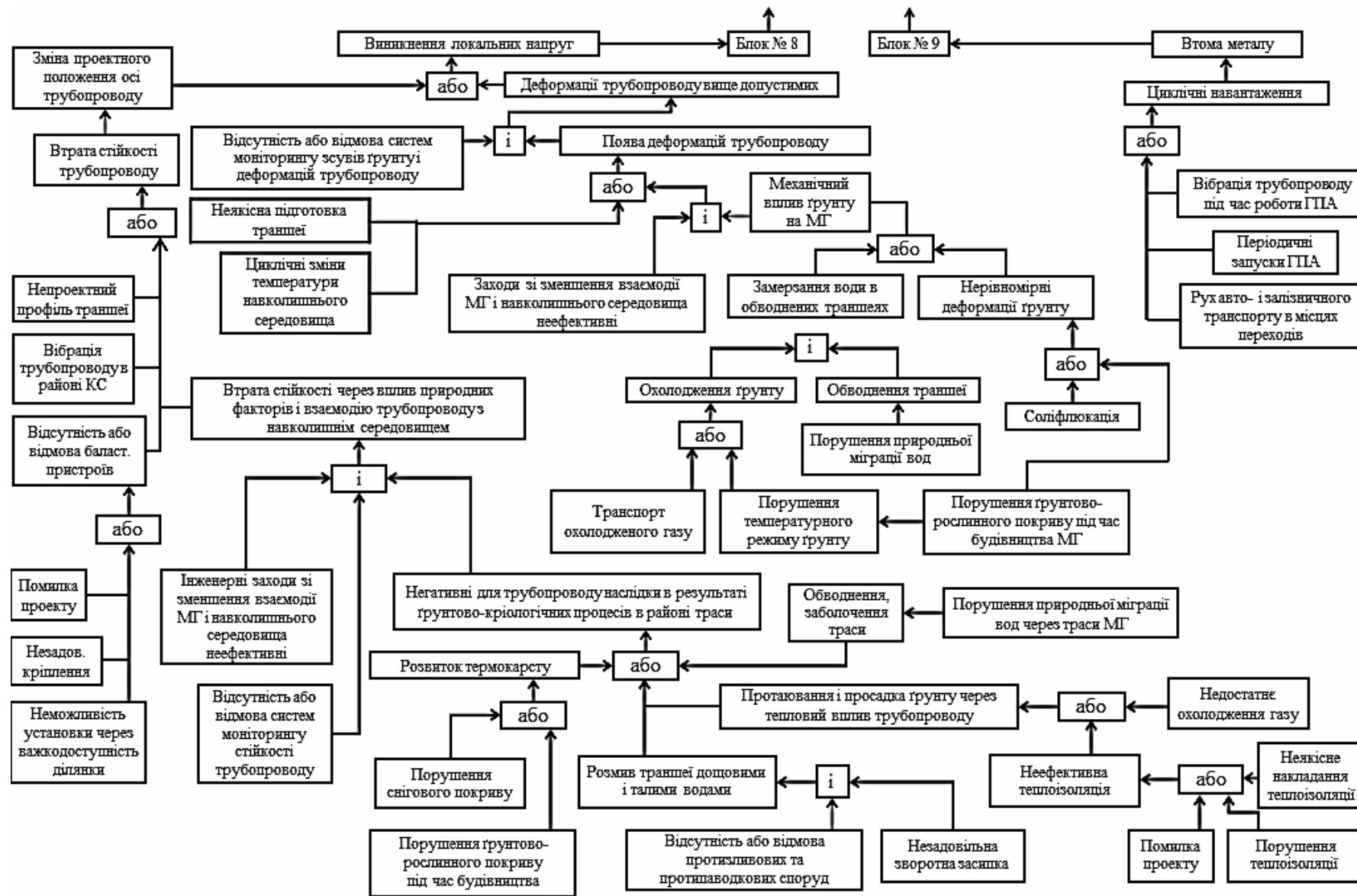


Рисунок 2 – Дерево відмов для підземного магістрального газопроводу (продовження 4)

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Проект Закону України «Про промислову безпеку». Верховна Рада України, постанова № 1547-IV.
2. Банахевич Ю.В., Андрейків О.С., Кіт М.Б. Циклічна міцність труб з поверхневими тріщинами // Всеукраїнський науково-технічний журнал. Розвідка та розробка нафтових та газових родовищ. 2009. № 1(30). С. 23-28.
3. Федорович І.В. Надійність експлуатації лінійної частини магістральних газопроводів та дослідження причин аварійності // Агросвіт. 2013. № 5. С. 42-45.
4. ISO 31000:2018 «Менеджмент ризиків – Керівництво».
5. ISO 45001:2018 «Системи менеджменту охорони здоров'я і безпеки праці. Вимоги та рекомендації до застосування».
6. Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру». Кабінет Міністрів України. Розпорядження від 22.01.2014 р. № 37-р // Урядовий кур'єр. 2014. № 21.
7. Про затвердження Плану заходів щодо реалізації Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на 2015—2020 роки. Кабінет Міністрів України. Розпорядження від 25.03.2015 р. № 419-р // Урядовий кур'єр 2015. № 103.
8. Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 368 с.
9. Про затвердження Методики визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. Міністерство праці та соціальної політики України. Наказ від 04.12.2002 р., № 637.
10. Цивільний кодекс України // Відомості Верховної Ради. 2013. № 34-35. Ст. 458.

## REFERENCES

1. Vidomosti Verkhovnoyi Rady (2009), *Proekt Zakonu Ukrayiny «Pro promyslovu bezpeku»*, [Bill Law of Ukraine "About industrial safety"], Kyiv, UA.
2. Banahevich Y.V., Andreykiv O.E. and Kit M.B. (2009), "[Cyclic strength of pipes with surface cracks]", *Vseukrainskiy naukovo-tekhnichnyi zhurnal "Rozvidka ta rozrobka naftovykh ta hazovykh rodovyshch*, no. 1(30), pp. 23-28 .
3. Fedorovich I.V. (2013), "The reliability of the operation of the linear part of the main gas pipelines and the investigation of the causes of accidents", *Ahrosvit*, no 5, pp. 42-45.
4. ISO 31000:2018 Risk management – Guidelines.
5. ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use.
6. "On Approval of the Concept of Management of the Risks of Man-made and Natural Emergencies" (2014) // *Uryadovyy kur'yer*, no. 21.
7. "The Order "On Approval of the Plan of Measures for the Implementation of the Concept of Management of the Risks of Man-made and Natural Emergencies for 2015-2020" (2015) // *Uryadovyy kur'yer*, no. 103.
8. Vishnyakov Ya.D. and Radayev N.N. (2008). *Obshchaya teoriya riskov* [General Risk Theory]. Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», Moscow, RU.
9. Ministerstvo pratsi ta sotsialnoy polityky Ukrainy (2002), *Nakaz «Pro zatverdzhennya Metodyky vyznachennya ryzykiv ta yikh pryynyatnykh rivniv dlya deklaruvannya bezpeky ob'yektiv pidvyshchenoyi nebezpeky»*, [The Order "On approval of the Methodology for determining the risks and their acceptable levels for the declaration of safety of high-risk objects"], Kyiv, UA.
10. Vidomosti Verkhovnoyi Rady (2013), *Tsyvillnyy kodeks Ukrainy* [The Civil Code of Ukraine], Kyiv, UA.

## Про автора

**Мацук Захар Миколайович**, аспірант кафедри безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва і архітектури» (ДВНЗ «ПДАБА»), Дніпро, Україна, matsuk.z.n@gmail.com.

## About the author

**Matsuk Zakhar Mykolayovych**, Doctoral Student of the Department of Vital Activity Safety, State Higher Educational Institution «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture» (SHEI «PSACEA»), Dnipro, Ukraine, matsuk.z.n@gmail.com.

**Аннотация.** В статье раскрыты вопросы анализа техногенного риска линейной части магистральных газопроводов (далее – ЛЧМГ), приведены основное назначение, цели и задачи, основные этапы анализа техногенного риска ЛЧМГ, а также описание структуры показателей безопасности и риска ЛЧМГ, освещены вопросы отсутствия в Украине системного подхода к промышленной безопасности объектов ЛЧМГ, а именно Закона Украины «О промышленной безопасности», Государственного стандарта по вопросам продления срока безопасной эксплуатации магистральных газопроводов, Методики определения техногенного риска ЛЧМГ, что усложняет процесс формирования плана стратегически обоснованных капиталовложений в безопасность магистральных газопроводов и ускоряет их деградацию. Предложено последовательность оценки риска и подготовки заключений по анализу техногенного риска участков ЛЧМГ в виде блок-схемы, в которой приведенный перечень мероприятий предлагается считать основными принципами формирования будущей методики оценки техногенных рисков ЛЧМГ. Отдельным разделом описано последовательность действий на

етапе планирования и организации работ по анализу техногенного риска ЛЧМГ. В блок-схеме приведены шаги по идентификации опасностей, а также детальное описание действий, которые в совокупности представляют собой оценку риска. В отдельном разделе обоснована необходимость перехода газотранспортных предприятий Украины к риск-ориентированному подходу в вопросах обеспечения промышленной безопасности объектов повышенной опасности, которая связана с тем, что на смену концепции абсолютной безопасности пришла концепция «приемлемого риска», то есть концепция нахождения компромисса между уровнем безопасности и возможностями для его достижения. Разработано и предложено «Дерево отказов для подземного магистрального газопровода» в виде блок-схемы с детальной идентификацией опасностей, что позволяет оценить техногенные риски ЛЧМГ, а также разработать и внедрить методику определения техногенного риска ЛЧМГ. В заключении сделан вывод, что практический эффект от применения разработанных и приведенных в статье принципов формирования методического обеспечения вопросов оценки техногенного риска ЛЧМГ и «Дерева отказов подземного магистрального газопровода» при создании методики оценки техногенного риска ЛЧМГ будет способствовать повышению уровня промышленной безопасности газотранспортных предприятий Украины.

**Ключевые слова:** риск, анализ, безопасность, газ, авария, вероятность.

**Annotation.** The author analyzes technogenic risk for the linear part of the main gas pipelines (hereinafter – the LPMGP), describes the main purpose, goals and objectives, main stages of the analysis of the anthropogenic risk of LPMGP, as well as the structure of safety and risk indicators of LPMGP, gives coverage to the lack of a systematic approach to Ukraine industrial safety facilities, namely, the Law of Ukraine “On Industrial Safety”, the State Standard for Extending the Safe Life of the Main Gas Pipelines, the Methods for Determining Technogenic Risk for the LPMGP, which complicates the process of formulating a plan for strategically justified investments in the safety of gas pipelines and accelerates their degradation. A sequence of risk assessment and preparation of conclusions on the analysis of the technogenic risk for the LPMGP districts is proposed in the form of a flowchart, in which the above list of measures is considered as the main principles of formation of the future methodology for assessing industrial risks of the LPMGP. A separate section describes sequence of actions at the stage of planning and organizing of the works on analysis of technogenic risk for the LPMGP. The flowchart contains steps for identifying hazards, as well as a detailed description of actions, which together constitute a risk assessment. In a separate section, the author substantiates a necessity for the Ukrainian gas-transport enterprises to switch over to a risk-oriented approach for ensuring industrial safety of the high-risk facilities, which is associated with the fact that the concept of "acceptable risk" has come to replace the concept of absolute safety, that is, the concept of finding a compromise between the level of safety and possibilities to achieve it. The “Tree of the Underground Gas Pipeline Failures” was developed and proposed in the form of a flowchart with a detailed identification of hazards, which makes it possible to assess the technogenic risks of the LPMGP, as well as to develop and implement a methodology for determining the technogenic risk of LPMGP. Finally, it was concluded that practical effect of application of the principles developed and presented in the article for the formation of methodological support for the LPMGP technogenic risk assessment and the “Tree of the Underground Gas Pipeline Failures” for creating methodology for the LPMGP technogenic risk assessment will increase level of industrial safety of Ukrainian gas transport enterprises.

**Keywords:** risk, analysis, safety, gas, accident, probability.

*Стаття надійшла до редакції 1.11. 2019*

*Рекомендовано до друку д-ром техн. наук Т.В. Бунько.*