

В.Д. ШИЯН¹, О.В. ФАРРАХОВ²¹Академія внутрішніх справ, м. Київ²Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України, м. Київ**АВТОМАТИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ТЕХНІЧНОГО ПРИКРИТТЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ**

Стаття присвячена проблемам розробки і застосування автоматизованої вимірювальної системи діагностики та оперативного розкриття злочинів викрадення вуглеводнів з магістральних трубопроводів. Виявлення інформаційно-вимірювальною системою місць порушення цілісності стінок труб дозволяє попереджувати та запобігати аваріям на трубопроводному транспорті, що є складною науково-технічною проблемою забезпечення живучості систем паливно-енергетичного комплексу України в інтересах цивільної оборони, сталого розвитку держави, екологічного імперативу.

Нині однією з основних стратегічних проблем національної безпеки держави є забезпечення потреб економіки енергоресурсами в поєднанні з захистом навколишнього природного середовища від шкідливого впливу небезпечних чинників паливно-енергетичного комплексу (ПЕК), зокрема, нафтопромислового виробництва та транспортування вуглеводнів. Економіка України прагне інтеграції у світову економічну систему, що потребує доведення національних стандартів сфери виробництва та безпеки до рівня високорозвинених країн Європи [1, 20]. Нормативно встановлений рівень безпеки на виробництві в Україні складає 1×10^{-6} [13–16], що не відповідає реальним показникам допустимого ризику. Наприклад, ймовірність відмов трубопроводного транспорту складає $p = 4,26 \times 10^{-4}$, а регламентовані втрати нафтопродуктів на Західно-європейських трубопроводах (за станом на 1990 р.) складали $0,29 \times 10^{-5} \text{ м}^3 \text{Па/с}$ [17, 23]. Суттєве зниження надійності та підвищення рівня екологічного ризику, економічних збитків пов'язано як з порушенням вимог безпеки проектування, будівництва, випробувань [2–4, 15], так і вимог експлуатації [5, 13, 16] магістральних трубопроводів (МТ), що відпрацювали 1,5–2,5 ресурси. Крім того, вказане може бути наслідком можливих аварій, злочинних дій, пов'язаних з несанкціонованим підключенням відводів до трубопроводів, з метою викрадення вуглеводнів, що є причинами техногенних аварій. Останнє межує з диверсійною діяльністю (Ст. 113 ККУ) щодо порушення конструктивної надійності та стійкості стратегічно важливих об'єктів і пов'язано з відсутністю охорони об'єктів частинами внутрішніх військ [18, 27]. На рис. 1 показана структура підрозділів охорони МТ в НАК «Нафтогаз України» у 2004 р. Аналіз ситуації з охороною МТ свідчить, що тільки 10% охоронних структур належать МВС. Інші 90 % охоронних структур є приватними, відомчими, такими, що не гарантують безпеку трубопроводів. Аналогічна ситуація склалася з охороною банківських структур, яка показує, що велика кількість пограбувань банків є не розкритими.

Причиною зняття спеціалізованої охорони внутрішніх військ з вказаних об'єктів є відмова власників сплачувати за послуги охоронним структурам. Власники підприємств вважають, що економічно вигідніше мати втрати до 12–15% прибутку (продукції), ніж розповсюджувати інформацію про злочини у даній сфері та фінансувати заходи безпеки. Таким чином, практично система безпеки МТ залишились без охорони, віч-на-віч зі злочинцями.

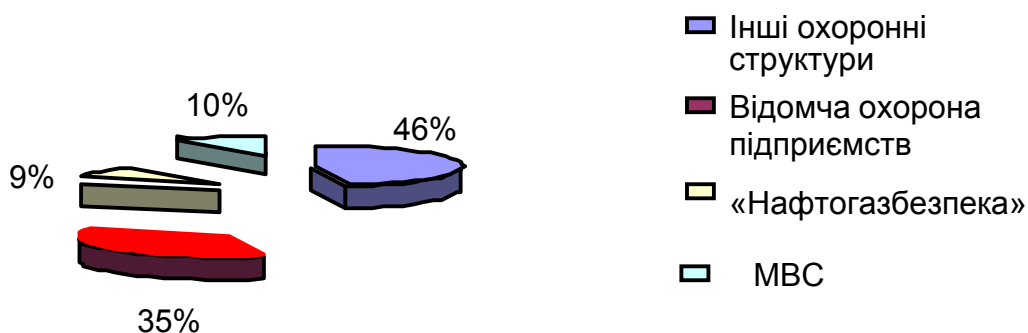


Рис. 1. Структура підрозділів охорони магістральних трубопроводів НАК "Нафтогаз України" у 2004 р.

Існуюча ситуація має місце при енергетичній кризі та подорожчанні вартості вуглеводнів. Розв'язання вказаних суперечностей в галузі потребує, по-перше, відновлення охорони МТ, по-друге, розробки адекватних організаційно-технічних, екологічно-економічних заходів, що забезпечать безпеку вказаних об'єктів. За даними статистики втрати вуглеводнів в Україні на протязі року при транспортуванні [18, 19] складають не менше \$8 млрд. Власники транспортних систем вуглеводнів компенсують свої збитки за рахунок підвищення цін на вуглеводні, тобто перекладають тягар на споживачів нафтопродуктів, не оприлюднюючи стан безпеки МТ, посиляючись на комерційну таємницю. Створена ситуація стимулює прояви злочинної діяльності щодо МТ.

Аналіз літературних джерел свідчить, що на розв'язання означених науково-практичних проблем безпеки спрямовані інтелектуальні зусилля багатьох учених. Проблеми забезпечення техногенної безпеки потенційно небезпечних об'єктів, зокрема паливно-енергетичного комплексу (ПЕК), присвячено багато наукових робіт, серед яких чільне місце займають праці та дослідження академіків Легасова В.А. [20], Александрова О.О., Патона Б.Є., Мазура І.І., Іванцова О.М., Кондратьєва Я.Ю. [18] та інших, які приділяли увагу вирішенню цих проблем.

Метою дослідження є розгляд основних напрямів (теоретичних положень) щодо інноваційного розвитку та безпеки нафтогазової галузі й підвищення ефективності розкриття злочинів викрадення вуглеводнів з МТ, забезпечення прикриття та стійкості їх функціонування, запобігання, попередження аварій в результаті утворення несучільностей в стінках трубопроводів, а також виявлення латентного підключення на основі розробленої методики застосування уніфікованої багатофункціональної інформаційно-виміральної системи діагностики, технічного прикриття.

Враховуючи те, що нафтогазова промисловість відноситься до однієї з найбільш стратегічно важливих галузей народного господарства і економіки держави [18, 19], як в мирний час, так і в особливий період щодо забезпечення потреб Збройних Сил, Цивільної оборони паливно-мастильними матеріалами, а також суттєвого погіршення екологічного рівня природного середовища під час аварій, то рішення питань забезпечення безпеки транспорту вуглеводнів є найактуальнішою проблемою, яка вимагає постійного удосконалення та модернізації.

Матеріал та методика

За часів Радянського Союзу, на території України, площа якої складала 8% від території СРСР, функціонувало 25% потенційно небезпечних виробництв СРСР, що вказує на екологічне перенавантаження території України. Серед них налічується 1800 підприємств з транспорту, переробки, зберігання вуглеводнів, які функціонують і сьогодні, виробивши 2-3 ресурси [18, 18]. Вказане відноситься до МТ, які побудовані в 40-50 роки минулого століття. Нині газо-, нафтотранспортний комплекс в Україні має 35

тис. км магістральних газопроводів, 4,47 тис. км нафто трубопроводів, 3,93 тис. км нафтопроводів та близько 20 тис. км розподільних мереж. Довжина аміакопроводу Тольятті-Одеса – 810 км . За даними ВАТ «Укрнафта», на вказаних транспортних мережах щорічно, в середньому, відбувається від 1200 до 1500 аварій різного ступеня небезпеки, внаслідок чого сотні тонн вуглеводнів, що транспортуються, потрапляють у навколишнє середовище [18, 19]. На рис. 2 наведені результати досліджень розподілу надзвичайних ситуацій за характером прояву в Україні, 3 результатів досліджень впливає, що найбільший вклад у сукупність надзвичайних ситуацій вносять події техногенного характеру, які склали у 2008 р. 49 %. Тобто, заходи реагування, запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій повинні бути направлені, в першу чергу, на попередження, запобігання, ліквідацію надзвичайних ситуацій техногенного характеру, як найбільш розповсюджених і загрозливих. Основними правовими документами з забезпечення державної політики у сфері екологічної безпеки [1-12], та Цивільного захисту з запобігання виникнення аварій на МТ є Закон України «Про правові засади цивільного захисту» [4], наказ МНС України №288 [22], «Методика оцінки збитків від наслідків аварій надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» [17, 23], та інші нормативно-правові акти [1, 12-13].



Рис. 2. Розподіл надзвичайних ситуацій за характером прояву в Україні в 2008 р.

Результати та обговорення. Аналіз проблем, пов'язаних з техногенними аваріями, порушенням цілісності МТ, викраденням вуглеводнів, нанесенням збитків державі, нафтогазовим компаніям України, доцільно розглянути з питань забезпечення їх безпеки та понять «технічне прикриття» та «живучість системи, об'єкта».

Технічне прикриття стосовно ПЕК транспортних систем, шляхів сполучень – комплекс заходів щодо забезпечення живучості транспортних, енергетичних систем, сполучень та їх відновлення у випадках руйнування. Технічне прикриття, здійснюється силами та засобами відповідних (транспортних) міністерств та відомств: на залізничному транспорті – залізничними військами, на військово-автомобільних шляхах – дорожніми військами; на військових аеродромах – військово-транспортною авіацією: інженерно-аеродромними та авіаційно-технічними частинами; на польових магістральних трубопроводах – трубопровідними підрозділами, що виділяються для технічного прикриття. Крім того, заходи та засоби забезпечують функціонування об'єктів, мають прикриття, організують охорону та захист шляхів сполучень та транспортних засобів, здійснюють відбудовчі роботи. Поняття технічного прикриття нерозривно пов'язано з поняттям живучість.

Живучість (військова) – властивість сил (військ), військової техніки, зброї, тилових систем управління (трубопровідних систем) зберігати чи швидко відновлювати боєздатність (життєдіяльність, спосіб виконувати бойові завдання). Живучість систем, об'єктів – властивість техніки, приданих та обслуговуючих сил, засобів, систем управління зберігати чи швидко відновлювати свою життєдіяльність, спосіб виконувати директивні завдання, ведення господарської діяльності в мирний час та особливий період.

На жаль, не зважаючи на впроваджене технічне прикриття та заходи забезпечення живучості, трубопровідні системи мають тенденцію зниження показників рівня надійності. Причинами аварій є поступове фізичне і моральне старіння систем від часу, як про це вказувалось раніше. Ефективність МТ об'єктивно обумовлена його особливими фізико-технічними властивостями: рухом середовища замість руху дискретних транспортних одиниць, поєднання шляху та «рухомого складу» в єдиній інженерній конструкції (трубі) та стаціонарному розміщенні приводу. Тому магістральні

трубопроводи у процесі експлуатації потребують обов'язкової діагностики, сертифікації, оперативного ремонту. Саме від систем попередження, запобігання, а також від термінів оперативного ремонту залежить відновлення життєдіяльності об'єктів. У зв'язку з цим вимагає вдосконалення і реформування Єдина державна система Цивільного захисту запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру у відповідності до сучасних вимог: 1) зростання кількості і масштабів надзвичайних ситуацій, 2) нової воєнно-політичної обстановки, 3) небезпеки міжнародного тероризму, 4) сучасних уявлень про характер збройної боротьби, 5) інших загроз національній безпеці [18; 22; 24]. Рішення вказаних проблем не можливо без залучення інноваційних досліджень та розробок фундаментальної науки в галузі розробки правових норм, моделей безпечних трубопровідних систем транспорту вуглеводнів, інформаційних систем моніторингу.

Проведені раніше дослідження аварій на МТ [19; 18] показали залежність утворення та розвитку тріщин від малоциклового навантаження, реології, фізико-хімічних властивостей труб та середовища, що транспортується під тиском. Нині проводяться дослідження в галузі ПЕК щодо викрадення вуглеводнів при їх транспортуванні з МТ. Дослідження показують залежність числа летальних випадків на МТ, порушених кримінальних справ внаслідок аварій, спричинених «врізками» при спробі викрадення вуглеводнів (рис. 3).

З приведених даних логічно випливає, що збільшення числа «врізок» на діючих МТ викликає збільшення числа аварій та кількості летальних випадків у галузі трубопровідного транспорту, що не суперечить теоретичним висновкам. Причому, збільшення числа «врізок» і кримінальних проявів тягне збільшення кількості справ, направлених до судових органів. Таким чином, відсутність боротьби з несанкціонованими «врізками» приводить до аварійності на трубопроводах, а значить, до зниження рівня конструктивної надійності МТ, аварій і втрат вуглеводневої продукції, а також матеріальних збитків через недопостачання вуглеводнів. На рис. 3. приведена динаміка залежності кількості аварій, летальних наслідків від аварій, числа несанкціонованих «врізок» на діючих магістральних трубопроводах, а також порушених кримінальних справ за фактами викрадення вуглеводнів шляхом «врізок». Методом нелінійного прогнозування залежності аварій на МТ отримано прогнозовані значення числа аварій на 2005 та 2008 рр., які мають похибку 7-10% від реальних.

Аналіз та дослідження порушених у судах кримінальних справ щодо злочинів з викрадення вуглеводнів з використанням «врізок» показує, що на місцях вказана проблема захисту МТ є неефективною, вирішується індивідуально службами безпеки кожної трубопровідної компанії: приховано і самотужки. Зазвичай, досягнути ефективних результатів виявлення злочинів викрадення вуглеводнів, не об'єднавши своїх зусиль з правоохоронними органами, без технічних систем виявлення врізок дуже складно. Крім того, за результатами аналізу впливає, що різке збільшення числа «врізок» за період 2001-2003 рр. сприяло збільшенню викрадених вуглеводнів, числа летальних випадків, аварій і, відповідно, кримінальних справ. Тобто, зменшення фінансування служб і, відповідно, зниженню державної охорони негативно відбивається на безпеці трубопровідних систем.

На сьогодні проблеми захисту МТ у складі системи ПЕК України, як об'єктів оборонного призначення, вирішуються на багатьох рівнях: законодавчому, нормативному, теоретичному та прикладному. Але збільшення кількості техногенних аварій, терористичних актів, фактів викрадення вуглеводнів показує на прикладі потенційно-небезпечних об'єктів ПЕК, що навіть у питаннях національної безпеки проблема залишається на рівні 90-х років минулого століття [18, 19]. Незважаючи на заходи, що розроблюються, вона продовжує залишатися ще більш актуальною на теперішньому етапі розбудови держави в кризовій економічній ситуації.

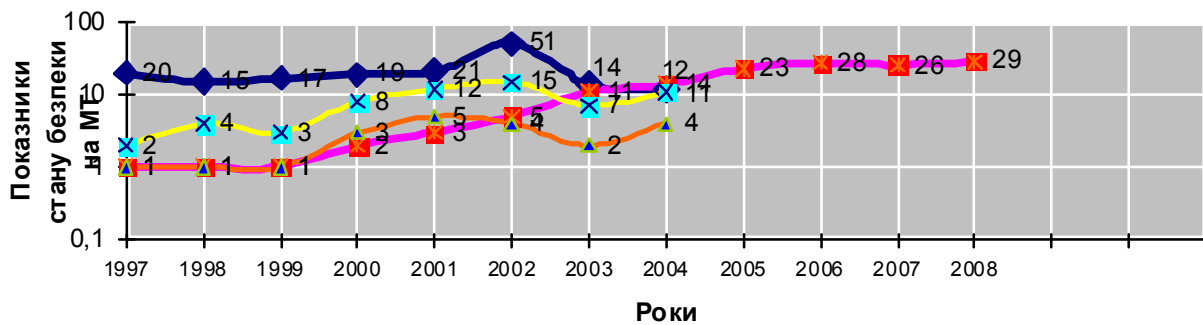


Рис. 3. Залежність числа летальних випадків на магістральних трубопроводах та порушених кримінальних справ за ст. 292 ККУ внаслідок аварій, спричинених врізками при викраденні вуглеводнів

- ◆ Летальні випадки
- Аварії на МТ (2005-2008 прогноз)
- × Врізки
- ▲ Кримінальні справи подані до судових органів

Для виконання наказу МНС України № 288 [22] необхідною є низка системних і технічних заходів щодо моніторингу потенційно небезпечних об'єктів. Забезпечення високих темпів науково-технічного прогресу, виявлення злочинів у сфері ПЕК, а саме, викрадення вуглеводнів з діючих МТ пов'язано з необхідністю створення таких систем, інструментів та методик, які б сприяли підвищенню доказовості та розкриття злочинів і об'єктивного покарання злочинців, тобто підвищивши продуктивність праці правоохоронців. Слідством, методами фізичного захисту, оперативно-розшуковими заходами на об'єктах ПЕК встановлюються сліди злочину (місця «врізок»), які є предметом або знаряддям злочину. Ними можуть бути:

- первинні та бухгалтерські документи;
- місця врізок;
- зразки викрадених вуглеводних речовин;
- аудіо-, відеозаписи дій порушників;
- час їх роботи, скоєння злочину.

Забезпечення сталого функціонування ПЕК та їх живучості, зокрема, таких об'єктів як МТ, що прокладені за вимогами будівельних норм [13-16] приховано з заглибленням у ґрунтах, потребує комплексного дослідження та вивчення. Комплексність проблеми фізичного захисту (технічного прикриття) полягає у моделюванні системи МТ та створенні новітніх інноваційних та інформаційно-вимірювальних систем (ІВС) оцінки стану МТ. Підсилити рішення проблеми захисту можливо, наприклад, поєднанням систем захисту з застосуванням патрульних безпілотних літальних апаратів (БЛА) як на всій системі МТ, так і на окремих ділянках для отримання інформації. Таким чином можна отримати додаткові данні щодо прогнозу та подальшого функціонування МТ, доповнюючи раніше отримані дані діагностики, або навпаки, первинні дані БЛА уточнюються даними діагностики. Одночасно з проведенням у темпі процесу моніторингу стану трубопроводів можуть проводитися аварійно-відновлювальні роботи (АВР). АВР виконуються на основі реалізації інноваційних технологій щодо забезпечення в реальному масштабі часу показників конструктивної надійності, наприклад, використання методу безарматурного перекриття МТ.

Для вирішення поставлених завдань і створюються ІВС [25, 26] з метою автоматичного вимірювання множини величин (параметрів), обробки й оцінки

результатів метрологічних вимірювань без втручання оператора. Розроблені для різних галузей науки та техніки ІВС являють собою програмно-керовану сукупність вимірювальних та обчислювальних пристроїв, що призначені для виконання групи споріднених задач дослідження складних об'єктів. В означених ІВС функції оператора в системах управління різними процесами, в тому числі і технологічними, а також об'єктами досліджень виконуються автоматичними вимірювальними пристроями. Таким чином, з'явилась можливість для віддалених об'єктів з великим числом датчиків, навіть рознесених у просторі, проводити моніторинг: збір інформації й обробку результатів з дистанційною передачею інформації про стан об'єкта. Особливо важливою є інформація про стан аварійного об'єкта. На основі одного ІВС шляхом програмної перебудови можлива реалізація моніторингу кінцевого числа систем.

Розглядаючи антагоністичні проблеми живучості і захисту МТ, вказувалось на комплексний характер проблеми, який характерний і при забезпеченні безпеки ПЕК. А це значить, що комплексний характер забезпечення безпеки обумовлює конструктивно-технологічну безпеку (проектування, будівництва, експлуатації) систем постачання вуглеводнів для потреб держави в мирний час й особливий період та випадкові впливи небезпечних факторів: природного та техногенного, терористичного та злочинного характеру. Крім того, комплексний характер стосовно проблем забезпечення безпеки об'єктів ПЕК вимагає використання наукових методів, які давали б можливість узагальнено аналізувати складні проблеми. Вказане дозволило б забезпечити розгляд, а головне, розв'язання множини альтернатив, кожна з яких описується значною кількістю змінних щодо їх розв'язання. За такої постановки задачі забезпечується повнота оцінювання окремо кожної альтернативи, допомагаючи вносити елементи вимірюваності різних параметрів, даючи можливість відображати дійсну складність викладених проблем. Методологією та одним з інструментів проведення названих досліджень є імітаційне моделювання [26].

Моделювання – метод дослідження навколишнього світу, чи об'єктів, що зацікавлюють нас, в якому використовується деякий допоміжний об'єкт – модель. Зміст поняття «моделювання» складає побудова моделі з подальшим її удосконаленням в цілях досягнення найбільшої адекватності значущим характеристикам об'єкту. Модель – смислове представлення і матеріально реалізована система, яка адекватно відображає предмет дослідження.

Нині імітаційне моделювання отримало широке застосування при розв'язанні задач прогнозування, проектування, планування складних систем і процесів, особливо соціальних. Основна мета в застосуванні імітаційного моделювання при забезпеченні техногенної безпеки трубопровідних систем досягається в дослідженні моделі складної системи і спрямовується на отримання найбільш достовірної інформації про саму систему [25-27].

Аналізуючи завдання ІВС в системі забезпечення безпеки МТ можна зробити попередні висновки:

1. При побудові імітаційних моделей виявлення попередників аварій (течі вуглеводнів) з МТ може бути виконаний формалізований опис моделі.

2. Розглянуто деякі особливості побудови імітаційних моделей течії вуглеводнів через несущі стінки МТ, запропоновано використання методу послідовної ієрархії для підвищення якості функціонування моделі.

3. Застосування вказаного методу послідовної ієрархії управління моделлю при дослідженні складних, динамічних, потенційно-небезпечних об'єктів та систем, розширює їх використання в діяльності МНС та ОВС України.

4. В розробці алгоритмів для побудови імітаційних моделей з використанням ієрархії управління з метою впровадження отриманих результатів у практичну діяльність служб та підрозділів трубопровідних транспортних компаній, МНС, МВС щодо

забезпечення державної та національної безпеки полягає подальший напрямок досліджень.

Таким чином, впровадження отриманих теоретичних результатів у практичну діяльність щодо попередження та запобігання аваріям та оперативна ліквідація їх наслідків на МТ базується на пошуку місць витoku продукту і генерації шумоакустичних сигналів течії вуглеводнів, що корелюють з розміром несутцільності, через місця порушення герметичності (несутцільності) стінки труби, рознесених у часі та просторі. Структурна схема інформаційно-вимірювальної системи (IBC) внутрішньотрубною дистанційної робототехнічної системи шумоакустичної діагностики виявлення течії (внутрішньотрубною діагностики обміну інформації за механізмом течії) приведена на рис. 4. Основою IBC оцінки стану трубопроводу та виявлення місць несутцільності за наявністю течії є дистанційна зондова установка (робот) виявлення течії продукту (чи корозії стінок трубопроводу), що рухається всередині трубопроводу, і складається з [27]: акустичних датчиків шуму – 1, рознесених у просторі, та суміщених автоматичної системи управління рухом зондового пристрою з бортовим джерелом енергії і системи визначення місця течії (координат) та прийняття рішення щодо її розмірів – 2; каналів передачі інформації про місце течії та її розміри – 3; пульта управління рухом зондовим пристроєм та відображення отриманої інформації – 4. Результати досліджень спектральних характеристик реології ньютонівських та не ньютонівських рідин через несутцільності приведені в дослідженнях [18].

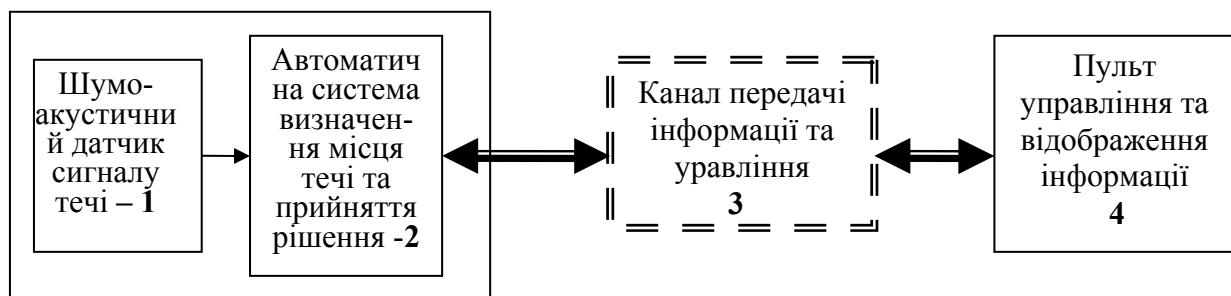


Рис. 4. Структурна схема автоматизованої IBC пошуку течії-відводу

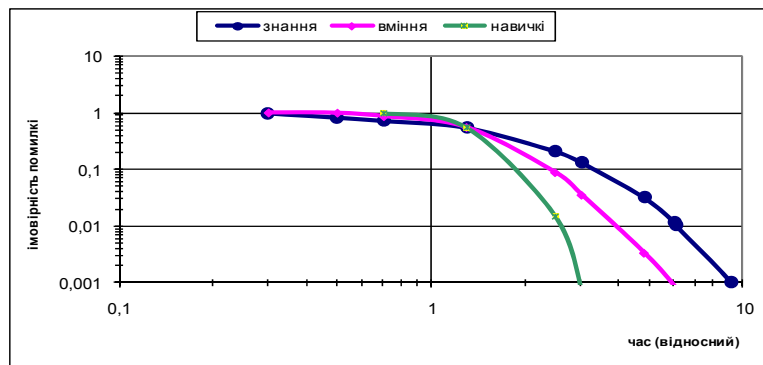


Рис. 5. Залежність ймовірності помилки роботи оператора IBC від рівня підготовки

Розроблена структура IBC пошуку несутцільностей за наявністю течії з трубопроводів побудована за класичною схемою, є типовою й характерною для всіх видів інформаційних систем [14] і приведена в [17]. Тобто, в IBC має місце обмін інформацією за сигналами течії.

Надійність виявлення течії з трубопроводу за допомогою IBC складає $1,2 \times 10^{-5}$. Залежність ймовірності помилки оператора IBC в ручному режимі від рівня його підготовки приведена на рис. 5.

Економічною оцінкою небезпеки трубопровідних систем постачання вуглеводнів – ризик, тобто збитки від аварій, надзвичайних ситуацій, що можуть виникати з певною вірогідністю, у будь-яких системах, в тому числі, технічних, енергетичних, незалежно від їх функціональної належності та складності, що оцінюється моделлю ризику R , як відхиленням від мети діяльності

$$R = p \times Ш = p \times p_{умов} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{Pr} e^{-t^2/2} dt, \quad (1)$$

де: p , $p_{умов}$ – ймовірність та умовна ймовірність подій; $Ш$ – збитки, завдані аварією; Pr – пробіт функція, $Pr = a + b \ln D$; a , $b = \text{const}$, D – небезпечна доза (рівень) впливу конкретного фактора; t – поточний час розвитку подій.

Дослідження показують, що аварії, катастрофи, НС набагато економічно вигідніше попереджувати, ніж ліквідовувати. Зробимо порівняльний аналіз економічної оцінки ризику техногенної аварії на трубопроводі $R_{\text{аварії}}$ з урахуванням вартості заходів щодо забезпечення безпеки на об'єкті та шкоди у разі аварії. На рис. 6 для встановленої ймовірності $p(A)$ виникнення аварії (пожежі, вибуху) на об'єкті на протязі року [13-16] визначається співвідношення між ризиком (крива 1), шкодою (2) та вартістю (витратами) протиаварійних (протипожежних) заходів (3) щодо забезпечення безпеки:

$$p(A) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - p_i] = \text{const}, \quad (2)$$

де: p_i – ймовірність виникнення аварії (пожежі) в i -му елементі об'єкта на протязі року; n – кількість елементів з яких складається об'єкт. Під елементом трубопроводу розуміємо технологію завчасно підготовлених, послідовно з'єднаних зварюванням у «секцію-нитку» з трьох труб на «підготовчому столі» трубоукладацького комплексу.

Виникнення аварії в будь-якому з елементів множини об'єкта (подія – i) обумовлено виникненням аварії, пожежі, вибуху в одному (m – кількість апаратів) з технологічних апаратів $p(TA)$, що знаходяться поза приміщенням (подія TA_j), або безпосередньо в обсязі об'єкта досліджень $p(ПО)$ (подія $ПО_j$). Ймовірність оцінюється за формулою:

$$p_i = 1 - \left\{ \prod_{j=1}^m [1 - p_j(TA)] \right\} [1 - p_i(ПО)], \quad (3)$$

Залежність ймовірності втрат (шкоди) від аварії ілюструє рис. 5, що виражається залежністю: $y_1 = \exp(-B_1 t)$, де B_1 – витрати поточного часу на протиаварійну безпеку об'єкта, території, технологічного процесу тощо; t – поточний час.

Результуюча крива 3 показує в динаміці, що чим більші (менші) витрати на забезпечення безпеки, тим збитки (школа), в будь-якій формі (економічні, моральні, тощо), від аварії будуть менші (більші). Закон зміни впливу витрат на забезпечення безпеки об'єкта визначимо залежністю: $y_2 = k B_1$ ілюструє крива 2. Вирішивши систему наведених двох рівнянь, знаходимо точку перегину для мінімальних значень рішення функції ризику. Ця точка на площині має координати $R \rightarrow \min$ для $y_1 = |y_2|$. Таким чином, мінімальна величина ризику аварії (пожежі) об'єкта, системи $R_{\min}$ буде відповідати заданому закону забезпечення безпеки $y_2 = k B_1 = \text{const}$ для встановлених масштабів збитків. Зміна закону забезпечення безпеки $k_i \neq k$ змінюватиме величину витрат на забезпечення безпеки $B_i = y_2 / k_i$, а це в свою чергу змінить розміри заподіяної шкоди. Таким чином, можливо побудувати сімейство кривих ризику для різних витрат на безпеку та оптимізувати ризик при наявній фінансовій можливості об'єкта, підприємства, технологічного процесу на протязі року та встановити відповідні ставки щодо страхування громадської відповідальності. А це дає відповідь на питання, чи потрібно вкладати більше коштів або скільки, при встановленому рівні ймовірності виникнення аварії та забезпечення безпеки?

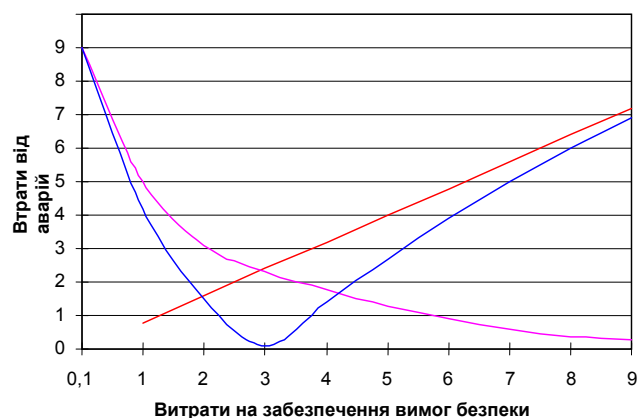


Рис. 6. Співвідношення між витратами (ризиком) щодо забезпечення вимог безпеки та витратами від аварій

- 1 - умовна залежність фінансування (інвестицій) щодо забезпечення встановленого рівня безпеки
- 2 - можливе нанесення шкоди в залежності від фінансування організаційних, профілактичних заходів безпеки
- 3 - графік залежності сумарної шкоди (ризiku нещасних випадків, аварій) в залежності від витрат на організаційні та профілактичні заходи

Розроблена методологія та технічні рішення системи раннього виявлення дефектів (течі) на етапі експлуатації та випробувань в трубопроводах мають пріоритети, що захищені [28, 29].

Висновки

1. Специфіка об'єктів транспорту та зберігання нафти і нафтопродуктів, як об'єктів потенційно можливого негативного впливу на природне середовище, полягає в тому, що найбільш ефективними природоохоронними заходами є рішення проблеми щодо запобігання та попередження аварійних ситуацій. Для зменшення наслідків аварій доцільно застосувати комплекс заходів, спрямованих на забезпечення надійності об'єктів на всіх стадіях здійснення проекту.

2. Розроблені методи та обладнання ІВС шумоакустичної діагностики раннього попередження аварій на основі дослідження частотних характеристик сигналів течі через тріщини-несуцільності в оболонці трубопроводу дозволяють прогнозувати розвиток аварій.

3. Аналізуючи завдання ІВС в системі забезпечення безпеки МТ можна стверджувати (зробити наступні висновки):

3.1. виконано формалізований опис моделі, що може бути використаний (опис) при побудові імітаційних моделей течі вуглеводнів з МТ.

3.2. розглянуто деякі особливості побудови імітаційних моделей течі вуглеводнів через несущі стінок МТ, запропоновано використання методу послідовної ієрархії для підвищення якості функціонування моделі. Зроблено висновки щодо можливості використання вказаного методу управління моделлю при дослідженні складних, динамічних, потенційно-небезпечних об'єктів та систем, їх використання в діяльності МНС та ОВС України.

3.3. подальший напрямок досліджень полягає в розробці алгоритмів для побудови імітаційних моделей з використанням ієрархії управління з метою впровадження отриманих результатів у практичну діяльність служб та підрозділів трубопровідних транспортних компаній, МНС, МВС щодо забезпечення державної та національної безпеки.

4. Основними чинниками екологічного забруднення НПС від впливів аварій на МТ є тривала експлуатація, відсутність засобів дистанційної діагностики та контролю трубопроводів. Зменшення аварійності й екологічного навантаження вимагає додаткових витрат на обов'язкові заходи фізичного, дистанційного захисту.

5. Для фізичного захисту МТ розроблені методи та обладнання шумоакустичної діагностики раннього попередження аварій на основі дослідження частотних характеристик сигналів течії через тріщини-несуцільності в оболонці трубопроводу, які дозволяють прогнозувати розвиток аварій за станом динаміки змін розвитку несуцільностей та попереджувати їх виникнення.

1. Про правові основи адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу: Закон України від 18.03.2004 р. №1629.

2. Загальнодержавна програма формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 рр. : Закон України від 21.09.2000 р. №1989.

3. Про екологічний аудит: Закон України від 24.06.2004 р. №1862.

4. Про екологічну експертизу: Закон України від 9.02.1995 р. №8.

5. Про екологічну мережу України: Закон України від 24.06.04 р. №1864

6. Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення: Закон України від 24.02.1994 р. №95.

7. Про заходи, спрямовані на забезпечення сталого функціонування підприємств паливно-енергетичного комплексу: Закон України від 23.06.2005 №2711.

8. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 21.07.2001 р. №2556.

9. Про функціонування єдиної транспортної системи України в особливий період: Закон України від 20.10.98 №194.

10. Про функціонування паливно-енергетичного комплексу в особливий період: Закон України від 2.11.2006 №307.

11. Про практику розгляду судами справ про відповідальність за порушення законодавства про охорону природи: Постанова Пленуму Верховного Суду України від 26.01.1991 р. №1.

12. Про деякі питання практики вирішення спорів, пов'язаних з застосуванням законодавства про охорону навколишнього середовища: Роз'яснення Вищого Арбітражного суду України від 27.06.2001 р. №1.551.

13. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

14. ДСТУ 3220-95. Пожежовибухобезпека в суднобудуванні. Загальні вимоги. – К.: Держстандарт України, 1996. – 21 с.

15. ДСТУ 3273-95. Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги. – К.: Держстандарт України, 1996. – 11 с.

16. ГОСТ 12.3.002-75. Процессы производственные. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 8 с.

17. Дубова Л.А., Лаповок Г.В. Совершенствование методики оценки ущерба, наносимого окружающей среде при отказах магистральных трубопроводов. [Сер. Строительство предприятий нефтяной и газовой пром-ти]– М.: Информнефтегазстрой. – 1983. – Вып. 11. – 32 с.

18. Шиян В.Д. Терористичні загрози та безпека трубопровідних систем ПЕК України //Національна безпека: український вимір: щокв. наук. зб. Рада нац. безпеки і оборони України, Ін-т пробл. нац. безпеки.] – К.: 2009. – вип. 3. – С. 38-42.

19. Чепельська Т. Діра в трубі – діра в бюджеті //Іменем закону. 2009. №34 – С. 7-8.

20. Легасов В. Проблемы безопасности развития техносферы // Коммунист, 1987. №8 – С. 92 – 101.

21. Про правові засади цивільного захисту: Закон України від 24.06.2004 р. №1859.

22. Про затвердження правил улаштування, експлуатації та технічного обслуговування систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей у разі їх виникнення: Наказ МНС України №288 від 15.05.2006 р.

23. Методика оцінки збитків від наслідків аварій надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру: Постанова Кабінету Міністрів України від 15.02.2002 р. № 175.

24. Про стан функціонування єдиної державної системи запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру: Указ Президента України від 26.06.2008 № 590.

25. Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы. – К: Вища школа, 1980. – 560 с.

26. Гуц А.К, Коробицын В.В., Лаптев А.А. Социальные системы, Формализация и компьютерное моделирование. // – Омск.: Омск. Госуд. Ун-т, 2000. – 160 с.

27. Шиян В.Д. Вплив магістральних трубопроводів на екологічну безпеку//Національна безпека: український вимір: щокв. наук. зб. Рада нац. безпеки і оборони України, Ін-т пробл. нац. безпеки. – К., 2009. – Вип. 5. – С.58 – 65.

28. Ас. №1601535, МКИ, G 01 M3/24. Способ контроля герметичности изделий и устройство для его осуществления/ Шиян В.Д., Кудряшов Ю.П., Сабарно Р.В., Фоменко И.А. //Открытия, Изобрет. – 1990. – № 37.

29. Пат. №41729А (2001021277) UA, МПК 7 G01M3/24. Високочутливий активний спосіб ранньої діагностики нафтогазопроводів. / Ю.Є. Шамарін (UA), В.Д. Шиян (UA), Т.М. Яценко (UA). Заяв. 22.02.2001// Открытия, Изобрет. – 2001. – № 8.

В.Д. Шиян, А.В. Фаррахов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ТЕХНИЧЕСКОГО ПРИКРЫТИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Статья посвящена проблемам разработки и применения автоматизированной информационно-измерительной системы диагностики и оперативного раскрытия преступлений похищения углеводородов из магистральных трубопроводов. Информационно измерительная система также позволяет обнаруживать места нарушения целостности стенок труб и позволяет предупреждать, предотвращать аварии на трубопроводном транспорте, процесс поиска которых является сложной научно-технической проблемой обеспечения живучести систем топливно-энергетического комплекса Украины в интересах гражданской обороны, устойчивого развития государства, экологического императива.

V.D. Shyian, O.V. Farrakhov

AUTOMATED INFORMATION AND MEASURING SYSTEM FOR ENVIRONMENTAL SECURITY, TECHNICAL COVERING OF THE MAIN PIPELINE

The problems of development and application of automatic measuring system for diagnostics and operative reactions on the crimes of hydrocarbons t stealing from main pipelines is described. Identification by the information and measuring system helps to find out the violation places of walls integrity in the pipes and also to prevent the accidents on a pipeline transport. It is comprehensive scientific and technical problem for providing vitality of the fuel and energy complex systems in Ukraine for civil defense benefits, sustainable development of the state and ecological imperative.