

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ТЕХНОЛОГІЙ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

Л.Я. Жовтуля, О.М. Карпаш, С.П. Ващишак

ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 504708,
e-mail: z.lyubomyr@gmail.com

Abstract. The linear part of main oil and gas pipelines, which are potentially the most dangerous type of pipeline networks, selected as the object of investigation. The paper presents the method for risk assessment of pipelines using GIS-technologies for predictive modeling. Describes the basic principles of risk assessment and mapping of pipeline risk prediction using geoinformation systems.

Трубопровідні мережі є найбільш безпечним, та економічно ефективним засобом транспортування великих об'ємів рідин та газу на великі відстані. Однак, із світового досвіду [1] відомо, що ризик пошкодження трубопроводу, все ж, існує. Вибухонебезпечні речовини, що транспортуються, є потенційною загрозою навколишньому середовищу та здоров'ю людей.

Для вирішення даної проблеми актуальним є розроблення методики, яка б базувалась на комплексному підході до оцінки ризиків виникнення аварій при експлуатації магістральних трубопроводів.

За останні роки проблематика оцінки ризиків широко вивчається у різних сферах людської діяльності. Це стає невід'ємною частиною організації будь яких робіт, те, що впливає на прийняття важливих рішень та на ефективність роботи. Оцінка ризиків перетворює це поняття у вимірювану величину, яку можна порівняти та спрогнозувати. Управління ризиками повинно призводити до поліпшення як в цілому, так і безпеки людського здоров'я, екологічної безпеки, попереджувати та запобігати виникненню нещасних випадків, пожеж, вибухів, чи інших аварій.

Невід'ємною частиною управління цілісністю будь-якого трубопроводу є процес оцінки ризиків. З метою підтримки цілісності трубопроводу, ми повинні знати і розуміти ризик-фактор. Оцінка ризиків включає в себе аналіз імовірності відмови і можливих наслідків.

Як свідчить багаторічна практика, серйозні аварії на трубопроводах зрідка мають одну причину, а здебільшого є наслідком одночасних відмов декількох елементів, які разом створюють виняткову подію з важкими наслідками. У кращому випадку наявні методи зможуть передбачити ймовірність відмови, однак, їх ефективність значно варіюється в залежності від точності введення даних в моделі прогнозування.

В Україні існують стандарти [2], які регламентують методикау ідентифікації небезпек та оцінювання ризиків. Така методика базується на експертній оцінці ймовірності виникнення аварійної ситуації та важкості наслідків за визначеною бальною номенклатурою. Цей метод є досить простим і швидким, але він не може кількісно оцінити ризик, детально його обґрунтувати, розраховувати важкість наслідків чи надати достатньо інформації для прийняття важливих рішень.

Значний внесок у розвиток питання оцінки ризику трубопровідних мереж приніс W. Kent Muhlbauer, який почав свої дослідження у 90-ті рр.. З тих пір він видав серію книг, присвячених оцінці ризиків трубопроводів. Остання з них, – «Pipeline Risk Management Manual, Third Edition: Ideas, Techniques, and Resources» [3]. У кожному виданні удосконалюються засоби та алгоритми для оцінки ризиків, оскільки вони повинні відповідати сучасним технологіям. Його підхід полягає у визначенні індексу безпечності окремих ділянок трубопроводу та їх порівняння, і потребує збору детальних вхідних даних про трубопровід, транспортуваний продукт та інші, фактори впливу, визначені методом.

Однією із передових організацій у сфері оцінки ризику є Det Norske Veritas (DNV, EU), яка спеціалізується на промисловій безпеці хімічної та нафтогазової промисловості. Ними розроблено програмні продукти PHAST і SAFETI. Методики та програмне забезпечення DNV розроблені на основі передового світового досвіду в сфері моделювання та оцінки наслідків різних аварійних ситуацій.

У світовій практиці виділяються два підходи до оцінки ризиків: якісний і кількісний [4]. При якісній оцінці, ризик характеризується без числового вираження. Оцінка проводиться групою експертів, які оцінюють ймовірність та наслідки за рівнями (низький, середній, високий). Цей метод є досить простим і швидким, але він не може кількісно оцінити ризик, детально його обґрунтувати чи розраховувати важкість наслідків. Проте дані якісної оцінки ризиків можуть бути використані як один із параметрів кількісної оцінки.

Другий підхід до визначення рівня ризику розраховується на основі оцінок імовірності відмови і важкості наслідків, які в свою чергу, включають різного роду показники та їх обробку. Кількісний метод оцінки ризиків є більш складним, і деталізованим. Він включає в себе базу даних чинників та їх параметрів, за якими розраховуються індекси безпечності, проводиться статистичний аналіз або використовуються підходи для оцінки ризику за допомогою аналітичних методів.

В результаті досліджень запропоновано комплексний підхід до кількісної оцінки ризиків, який використовує засоби ГІС-технологій, які дають змогу обробляти дані за розробленим алгоритмом та проводити просторовий аналіз [5]. Візуальне відображення результатів із просторовою прив'язкою значно покращить процес управління ризиками та є незамінним при прийнятті управлінських рішень. Дозволяють оцінити кожен з факторів та одночасний вплив природних (кліматичні особливості району, гідрологічний режим водоймищ та річок, рельєф місцевості, геологічна будова схилів та відкосів, сучасні та новітні тектонічні рухи та сейсмічні явища, гідрогеологічні умови району, розвиток екзогенних супутніх процесів та явищ, особливості фізико-механічних властивостей порід) і техногенних умов. Методика застосування ГІС включає наступні етапи:

- збір та систематизація даних для області досліджень;
- сканування карт їх реєстрація та оцифровка, введення інформації у табличній формі в базу даних;
- інтеграція даних в програмне середовище ГІС;
- використання методів класифікації;
- застосування картографічного накладання;
- аналіз поверхонь;
- обробка даних за розробленим алгоритмом;
- прогнозування ризиків та зон враження;
- наглядне відображення карти ризику.

У процесі оцінки ризиків передбачається формування ризик-моделі – визначення основних факторів експлуатаційної надійності трубопроводу і небезпечних зон враження. Визначення вказаних факторів і їх вагомості проводиться на основі зібраної на попередньому етапі інформації. Отримані значення ризику і створена основа на базі ГІС формують карту ризику по трасі трубопроводу.

На рисунку 1 зображено карту прогнозування ризику, створену за наведеною методикою. Ризик виражений у відсотках, та відображається кольорами зазначеними у легенді карти. На карті явно виражені зони високого рівня ризику, які потребують певних заходів для запобігання виникненню аварій.

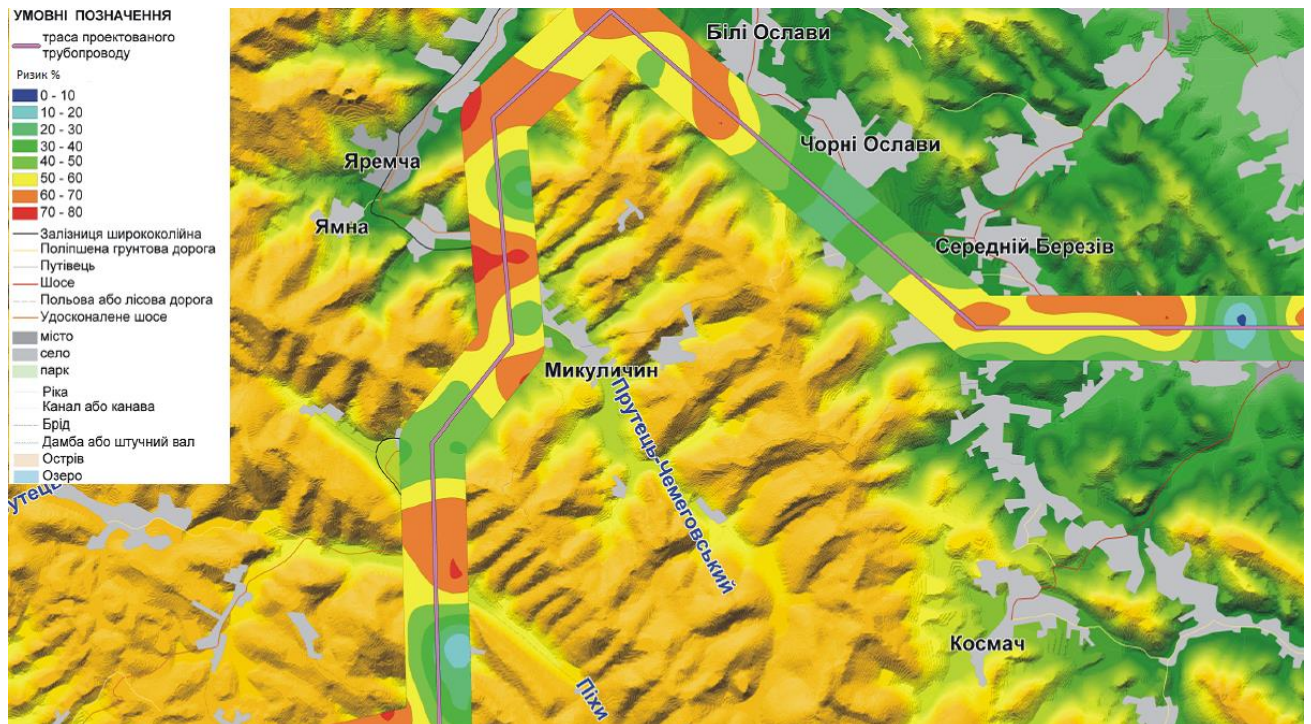


Рисунок 1. Сформована карта прогнозування ризику по трасі трубопроводу

Використання засобів ГІС-технологій дає змогу обробляти дані за розробленим алгоритмом та проводити просторовий аналіз. Візуальне відображення результатів із просторовою прив'язкою значно покращить процес управління ризиками. Також розробка буде корисною при проектуванні шляхів нових трубопроводів з мінімальним рівнем ризику. На основі таких результатів оцінки легко аналізувати усю картину стану трубопроводів та приймати ґрунтовні управлінські рушення.

Література

1. Gas pipeline incidents. 8-th Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group (1970-2010). (http://www.egig.nl/downloads/8th_report_EGIG.pdf).
2. СОУ 60.3-30019801-081:2010 Система управління промисловою безпекою. Ідентифікація небезпек та оцінювання ризиків. Методика. – 2010.
3. Muhlbauer W. K. Pipeline Risk Management Manual, Third Edition: Ideas, Techniques, and Resources / Walter Kent Muhlbauer. – Texas, 2004.–395с.
4. A.J. Brito, A.T. de Almeida. Multi-attribute risk assessment for risk ranking of natural gas pipelines. Reliability Engineering and System Safety 94 (2009) 187-198с.
5. Erkut E, Verter V. Modeling of transport risk for hazardous materials. Oper Res 1998;46(5):625—42с.