

ПОЄДНАННЯ МЕТОДИК ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ ОБСТЕЖЕННІ ОБ'ЄКТІВ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

Олеськів Роксолана^{1*}

¹Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: roksolana.oleskiv@iung.edu.ua

Анотація. Розглянуто можливості застосування сучасних геодезичних методів для моніторингу технічного стану об'єктів нафтогазової інфраструктури. Обґрунтовано стратегічну значущість забезпечення безперебійного та безпечного функціонування зазначених об'єктів як ключового чинника стабільного соціально-економічного розвитку держави та підтримання її позитивного міжнародного іміджу. Основну увагу зосереджено на аналізі методів геодезичного контролю трубопровідних систем як ефективного інструменту технічного нагляду. Обґрунтовано можливість використання 3D-сканування для знімання надземних частин трубопроводів, сучасних трасошукачів для відстеження підземних ділянок та застосування стандартних інженерно-геодезичних вишукувань для побудови 3D-моделей об'єктів з великою кількістю технологічного оснащення та окремих елементів.

Ключові слова: геодезичний моніторинг, 3D-сканування, інженерно-геодезичні вишукування.

Актуальність теми дослідження

Дослідження присвячене застосуванню сучасних геодезичних методів і технологій для моніторингу технічного стану об'єктів нафтогазової галузі. Безпечна та стабільна робота інфраструктури, зокрема магістральних трубопроводів, компресорних станцій та інших об'єктів галузі, є ключовою темою для енергетичної безпеки та соціально-економічного розвитку.

Темі аналізу небезпеки аварій газопроводів та нафтогазопроводів, а також методикам картографування ризиків експлуатації присвячено велику увагу (Bariha N, Mishra IM, Srivastava VC, 2016; Ren, J., Zhao, Y., Sun, Z. et al., 2025). Запобігання небезпечних проявів сучасними геодезичними методами моніторингу такого типу об'єктів є ключовим завданням сьогодення в умовах енергетичної незалежності.

На території України розташовано значну кількість свердловин, що пов'язано з багатовіковою історією видобутку вуглеводнів. Особливої уваги заслуговує західна частина країни, що охоплює декілька нафтогазоносних областей: Львівську, Івано-Франківську, Чернівецьку та Закарпатську, на території яких виявлено 91 родовище. Нафта подекуди залягала в геологічних пластах на відносно незначних глибинах, переважно в межах кількох десятків метрів. Це зумовлювало використання примітивних способів як видобутку, так і транспортування. Здебільшого були прокладені наземні або заглиблені трубопроводи, виготовлені переважно зі сталевих або чавунних секцій, що з'єднувалися муфтами. Ці трубопроводи мали обмежений термін експлуатації через корозію та недостатній технічний нагляд.

На сьогодні нафтогазовидобувні підприємства ведуть систематичний облік діючих і законсервованих свердловин та систем трубопроводів. Однак через застарілість паперових носіїв спостерігається низька якість відображення геопросторових даних, що обмежує їхню актуальність для сучасних технічних потреб.

Методика

Описано кілька методик, які зручні для обстеження сучасного стану мереж об'єктів нафтогазового комплексу. Серед них: лазерне сканування, застосування сучасних трасошукачів з вбудованими системами навігації та геодезичні вишукування з метою відображення великої кількості елементів на технологічного устаткування на спеціалізованих вузлах.

Представлено результат наземного лазерного сканування ділянки нафтопроводу «Дружба» з використанням Leica ScanStation C10. Отримано 3D-модель об'єкта, що включає відкриті майданчики з рослинним покриттям та виходами підземних комунікацій (труби діаметром Ø200–400 мм) (Олеськів Р., Гера О., 2019). Методика забезпечує високу точність, скорочення часу польових робіт і придатна для моніторингу об'єктів нафто- та газопромислів. Методики проведення інженерно-геодезичних вишукувань є більш ресурснозатратними, проте результати застосування більш стандартних геодезичних приладів, таких як тахеометри, забезпечують даними для побудови графічного зображення для візуалізації об'єктів.

Виклад основного матеріалу

Геодезичні роботи при наземному лазерному скануванні полягають у відтворенні поверхні об'єктів у вигляді масиву точок. Задавши область сканування (так званий сектор повороту дзеркала) і крок сканування в кожному напрямку можна отримати детальну зйомку об'єкта.

На рис.1 (а) зображено модель по поверхні трубопроводу на ділянці магістрального трубопроводу «Дружба», що проходить територією Львівської області методом лазерного сканування. Застосований стаціонарний лазерний сканер LeicaScanStation C10. Інша проведена робота стосується результату створення 3D-моделі газорозподільної станції (ГРС) на території Івано-Франківської області (рис.1 (б)). Така модель площинного об'єкта, побудована на основі даних інженерно-геодезичних вишукувань з використанням тахеометра Sokkia SET630RK.

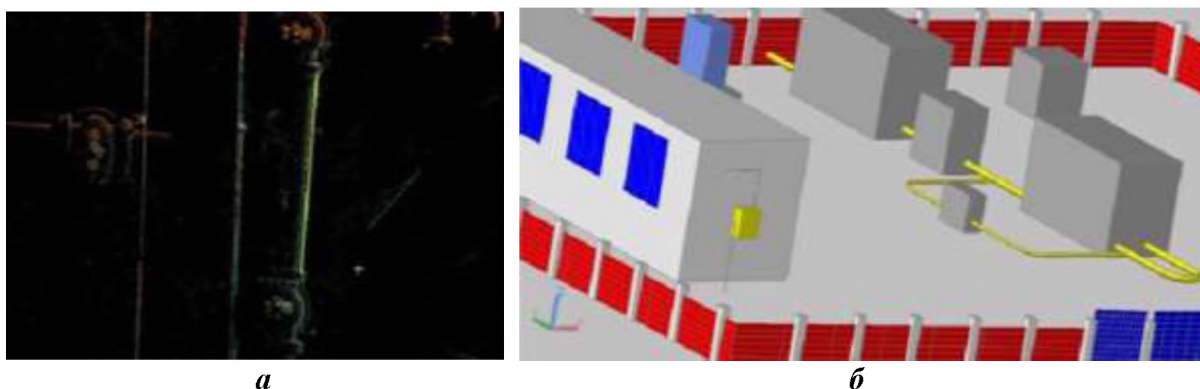


Рисунок 1. 3D моделі об'єктів нафтогазопромислу: а. трубопроводу; б. ГРС.

Використовуючи результати детальної геодезичної зйомки та відповідне програмне забезпечення, можливо створити тривимірну модель об'єкта. Цей метод потребує значно більше часу на проведення спостережень у порівнянні з лазерним скануванням, проте залишається ефективним. Його доцільно застосовувати на окремих об'єктах, де встановлено велике різноманіття технологічного устаткування.

Дані спостереження можна застосовувати на об'єктах як нафто-, так і газопромислах. Іноді для отримання просторових характеристик наземних трубопроводів, які розташовані на значній за площею та протяжністю території (фасадів споруд, проїздів,

під'їздів тощо) зручно використовувати мобільні лазерні сканери. В поєднанні з сучасними технологіями, точність знімання території, виконаного за допомогою наземного лазерного сканування (TLS), у багатьох аспектах відповідає результатам нормативних методів знімання. Порівняння SLAM сканування та наземного лазерного сканування представлено в праці Медведського Ю., Нестриги А., 2025. Метод SLAM сканування є простим у застосуванні, що вимагає мінімального рівня кваліфікації інженера, який виконує сканування. Перевагою також є коротка тривалість польових робіт (Ковтун В., Гера О., Дорош Л., 2025). Для відстеження підземних трубопроводів, де подекуди мережі є досить щільні, зручно застосовувати трасошукачі. Сучасні моделі трасошукачів дозволяють відстежувати трубопроводи на глибині 10 метрів, що в подальшому опрацюванні є основою для картографування мереж в просторовому форматі. Вдосконалені моделі трасошукачів поєднують точність RTK GNSS. Використання вбудованого модуля 4G LTE забезпечують геодезичну точність координат і даних про розташування комунікацій.

Висновки

Поєднання методів та різноманітного спеціалізованого обладнання дозволяє застосовувати зручні у використанні та в подальшому опрацюванні отриманих даних, багатофункціональні пристрої. Описано та розглянуто кілька методів геодезичного моніторингу об'єктів нафтогазопроводів, на основі яких є можливість складання графічних додатків з просторовим відображенням важливих елементів. Застосування лазерного сканування, проведення інженерно-геодезичних вишукувань, використання сучасних трасошукачів оптимізують роботу по відстеженні об'єктів дослідження. Відсутність актуальних картографічних даних ускладнює контроль технічного стану свердловин та обладнання для видобутку вуглеводнів. Їх оновлення й збереження у цифровому форматі підвищить ефективність управління та розвиток нафтогазової галузі регіону.

Перелік літературних джерел

- Bariha N, Mishra IM, Srivastava VC (2016) Hazard analysis of failure of natural gas and petroleum gas pipelines. *J Loss Prev Process Ind* 40:217–226. <https://doi.org/10.1016/j.jlpp.2015.12.025>
- Ковтун В., Гера О., Дорош Л. (2025). Практичний досвід використання SLAM для створення топографічних планів масштабу 1:500/ Practical experience of using SLAM for creating topographic maps at a scale of 1:500. *Матеріали 28-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Геофорум-2025»*, 09–11 квітня 2025, Львів, Україна. <https://surli.cc/jxkuki>.
- Медведський Ю., Нестрига А. Порівняння Slam сканування та наземного лазерного сканування. *Матеріали 28-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Геофорум-2025»*, 09–11 квітня 2025, Львів, Україна. <https://surli.cc/jxkuki>.
- Олеськів Р., Гера О. Сучасні геодезичні методи моніторингу технічного стану наземних об'єктів нафтогазової промисловості. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, серія “Технічні науки”*. – Київ, 2019. – Том 30 (69), № 6. – С. 221 – 225. <https://surli.li/tapmdx>
- Ren, J., Zhao, Y., Sun, Z. *et al.* Risk mapping for oil–gas pipeline under mining-induced subsidence through analytical methods. *Int J Coal Sci Technol* 12, 53 (2025). <https://doi.org/10.1007/s40789-025-00788-z>.