

DOI 10.18372/2310-5461.50.15697

УДК 629.735

В. В. Козлов, канд. техн. наук, доц.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0001-9816-940X
e-mail: 211050@ukr.net;

Л. Г. Волянська, канд. техн. наук, доц.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0001-9651-8776
e-mail: lvolia@nau.edu.ua;

В. В. Отрощенко
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0002-5227-1211
e-mail: 3443470@stud.nau.edu.ua

ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ НА НАФТОГАЗОПРОВОДАХ

Вступ

Одним з основних питань під час транспортування нафти і газу по магістральних трубопроводах є забезпечення надійної роботи трубопровідних систем. Для газової промисловості особливого значення набуває оцінка стану протяжних об'єктів, таких як магістральні трубопроводи, а особливо відповідальним є контроль технічного стану ділянок переходів газопроводів через річки, залізні і автодороги, поблизу населених пунктів. Це досягається застосуванням інноваційних методів моніторингу, оцінки, прогнозу і оптимізації стану трубопровідних систем високого тиску, що транспортують нафтогазові продукти.

На сучасному етапі найбільш поширеним способом моніторингу лінійної частини трубопроводів є регулярне патрулювання пілотованою авіацією і транспортними засобами високої прохідності. З економічного погляду об'єкти вертольотом є невідповідними, тому що коштують дуже дорого. Всюдихідний транспорт доступніший, але він малорухомиий і потребує регулярного технічного обслуговування. Застосування різних датчиків не завжди є надійним, вони потребують періодичного калібрування.

Сьогодні ринок швидко почали заповнювати недорогі безпілотники, здатні виконувати найрізноманітніші завдання — від звичайної фото- і відеозйомки до перевезення вантажів та лазерного сканування. Вітчизняні компанії застосовують безпілотники для відстеження стану трубопроводів, а також при дистанційному пошуку покладів

вуглеводнів. Вони дозволяють отримати найбільш точну карту передбачуваних покладів, для найбільш ефективного пошуку місць для спорудження веж і магістралей.

Серед основних завдань, що вирішуються за допомогою БПЛА, можна виділити такі [1]:

- регулярний моніторинг трубопроводів, у тому числі обстеження ділянок переходу через водні перешкоди і залізничні переходи;
- обстеження прилеглої території;
- оперативне виявлення розливів нафти;
- підтримання надійності роботи напірних трубопроводів;
- виявлення несанкціонованого відбору нафти з трубопровідних магістралей;
- виявлення сторонніх осіб в охоронюваних зонах;
- контроль за проведенням робіт на об'єктах;
- оцінка технічного стану трубопроводів, виявлення пошкоджень;
- у разі необхідності БПЛА можуть використовуватися для моніторингу аварійних і позаштатних ситуацій, а також для координації наземних груп, виключаючи при цьому ризик знаходження людей на місці події;
- координація дій наземних груп в разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Довгий час БПЛА сприймали виключно як військову техніку. Перспективи застосування безпілотного літального апарата для цивільних цілей з'явилися тільки в 2000-х роках. Багато

країн світу активно займаються розробкою і вдосконаленням безпілотного транспорту [2].

Питання про доцільність практичного застосування БПЛА вже не обговорюються, всі експерти намагаються провести техніко-економічні прогнози їх використання. Досвід застосування безпілотних літальних апаратів провідними країнами виявив широкий набір цивільних завдань, при вирішенні яких вони показують високу ефективність [3].

До них відносять автоматичний контроль ліній електропередачі [4], нафто- і газопроводів [5], моніторинг земної поверхні для отримання комплексної інформації про стан ґрунту і рослин [6], забезпечення телекомунікацій [7], охорона і патрулювання кордонів [8].

Транспортування газу по магістральних трубопроводах викликає необхідність у забезпеченні надійної роботи трубопровідних систем [5; 9]. Використання безпілотних літальних апаратів для моніторингу трубопроводів являється одним з ефективних і економічно виправданих рішень [10; 11; 12].

Збереження екологічного благополуччя місцевості, по якій проходить трубопровід — одна з основних важливих причин, чому необхідно регулярно проводити моніторинг стану трубопроводів і зон відводів. Таким чином, розробка технології моніторингу магістральних трубопроводів за допомогою БПЛА є актуальною задачею.

Мета дослідження

Метою статті є визначення напрямків удосконалення засобів та методів моніторингу об'єктів газотранспортної галузі для покращення якісних показників контролю, підвищення економічної ефективності та зниження екологічних ризиків.

Виклад основного матеріалу

За оцінками експертів міжнародної мережі компаній Pricewaterhouse Coopers, в найближчому майбутньому все більше нафтогазодобуваючих, транспортуючих та розподіляючих компаній займуться трансформацією своїх наглядово-операційних процесів з використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

У 2020 р. глобальний світовий ринок БПЛА становив \$ 127 млрд, а в 2015 р. був лише \$ 1,4 млрд. Вартість апаратів відносно невисока і поступово знижується, тому їх застосування буде зростати в усьому світі [5]. Це також торкнеться і нафтогазової галузі України, де необхідна мобільність і висока якість інформації. Про ефективність використання БПЛА в даній галузі свідчать результати випробувань, проведених на об'єктах компанії «Роснефти», які завершилися на почат-

ку 2020 року. У результаті експлуатації БПЛА оперативність встановлення причин виникнення відхилень в технологічних режимах на трубопроводному транспорті зросла на 58 %, посилюється контроль за об'єктами нафтогазовидобутку та завчасним виявленням незаконної діяльності сторонніх осіб.

Відповідно використання безпілотників компанією Нафто-Газ України може значно оптимізувати процес проведення оцінки технічного стану її нафтогазопроводів.

Закордонний досвід експлуатації БПЛА [13] у нафтогазотранспортній галузі демонструє доцільність створення власного прототипу БПЛА, що володітиме схожими технічними характеристиками.

Беручи до уваги сказане вище, було вирішено запропонувати деякі технічні рішення для створення власного прототипу, який задовольнятиме вимоги нафтогазотранспортної системи України і володітиме такими якостями як: великою дальністю автономного польоту; необхідною вантажопідйомністю; великим вибором комплектації обладнання для керування та ведення спостережень; мобільністю та простотою технології; екологічністю та безпекою у використанні; доступними цінними показниками.

Необхідність та проблематика регулярного огляду трубопроводу є багатогранною. Як правило, труби, використовувані для нафтогазових операцій, повинні відповідати суворим стандартам якості, перш ніж вони будуть розгорнуті в польових умовах промисловістю.

Тому важливо, щоб було вжито належних заходів для забезпечення надійності та якості трубопроводів в польових умовах. Традиційно, було використано кілька інтрузивних і неінтрузивних методів, які включають ручний контроль, акустичний резонанс, ультразвукове сканування, аналіз потоку, MFL тощо (див. таблицю) [9; 14].

Використання БПЛА для перевірки трубопроводу є неінтрузивним методом не тільки для перевірки самого трубопроводу, а й для моніторингу умов навколишнього середовища уздовж розподільної мережі. БПЛА дозволяють охопити великі території з різною геологією і можуть досягати районів, недоступних для людини. Є кілька інших переваг, включаючи економічну ефективність, різноманітні додатки, скорочений час сканування, безпеку експлуатації і екологічність. Наприклад, звичайний безпілотник з необхідним пакетом датчиків може коштувати близько 5000 дол. США і може використовуватися для кількох перевірок, тоді як використання вертольота для виконання того самого завдання може коштувати до 3000 дол. США за годину роботи.

Типові методи перевірки трубопроводу

Методи	Приклади систем
Лазерне сканування	Лазерне сканування, детектор викривлень
Ультразвуковий	Внутрішньотрубна діагностика, автоматичне ультразвукове тестування, дифракційне-часовий метод контролю ультразвукова дефектоскопія
Акустичний	Акустичний детектор витоків, шумопеленгатор, електромагнітно-акустичні перетворювачі, п'єзоелектричний лічильник
Оптоволоконний	Оптичні датчики (для протікання, напруження, міцності та детектори руху землі)
Візуальний огляд	Аерофотозйомка, світлова інспекція, робот на гусеничному ході
Електромагнітний	Внутрішньо трубна діагностика, токи Фуко, магнітна дефектоскопія
Моніторинг потоку	Перепади тиску, масова швидкість потоку, хвиля від'ємного інерційного тиску

Спостереження за трубопроводом

Безпілотний летальний апарат (БПЛА), оснащений візуальною або інфрачервоною камерою, може використовуватися для виконання регулярного патрулювання. Платформи БПЛА, оснащені такими пристроями, можуть бути налаштовані на зліт, здійснювати навігацію і патрулювати сегменти трубопроводу, ідентифікувати і захоплювати зображення або надавати відео підозрілих областей в певні моменти часу і повертатися на власну базову станцію практично без втручання людини.

Безпілотні летальні апарати можуть використовувати бортові GPS-датчики і дані про об'єкти обстеження для складання маршруту, який необхідно пройти, внесення необхідних коригувань курсу і наведення на місці відповідно до заданих параметрів (рис. 1). Конфігурація параметрів може бути виконана або перед польотом, або в польоті. Безпілотні летальні апарати можуть також передавати зображення спостереження в реальному часі і генерувати повідомлення, коли спостерігається будь-яка незвичайна подія [14].



Рис. 1. Типова система контролю трубопроводів на базі БПЛА

Дані, зібрані за допомогою БПЛА, можуть зберігатися або на вбудованій пам'яті, або можуть бути передані на бездротову локальну базову станцію, якщо є можливість підключення. Місцева базова станція може бути встановлена на транспортному засобі або уздовж фіксованих місць уздовж трубопроводу. Оброблений потік даних може бути завантажений на серверні/хмарні сервери для подальшого аналізу і зберігання, [10].

Виявлення фізичних пошкоджень і корозії

Циклічні зміни внутрішнього тиску викликають накопичення втомних пошкоджень в зонах дефектів, допущених під час виготовлення труб і проведенні будівельно-монтажних робіт. Ці ушкодження часто слугують джерелами тріщин малоциклової втоми. Недосконалість технології нанесення ізоляційного покриття, застосування неякісних матеріалів, недоліки будівельно-монтажних робіт призводять до розвитку корозійних пошкоджень зовнішньої поверхні трубопроводів. Наявність сірководню, води в складі перекачувальної продукції сприяє утворенню внутрішньої корозії. Всі ці фактори значною мірою збільшують ризик пошкоджень і великих промислових аварій, знижують надійність роботи трубопровідних систем.

Сучасні методи обробки і аналізу зображень відкривають нові можливості виявлення різних структур ушкоджень бетонних і металевих поверхонь. Зображення, зняті камерою з високою роздільною здатністю на борту дрона, можуть бути оперативно оброблені на борту, щоб визначити, наприклад, втрату захисного покриття, руйнування швів, прогин або згинання, вм'ятини і вибоїни на поверхні трубопроводу.

Використовуючи вбудовану відеоаналітику, безпілотник може автономно направлятися по контуру трубопроводу в польоті, постійно оцінюючи поверхню трубопроводу на наявність ознак зовнішнього пошкодження і / або корозії.

Класифікація типу структурного пошкодження може бути виконана крайовою платформою в польоті безпілотної літальної апарату або на сервері пізніше за допомогою моделей аналізу зображень на основі штучного інтелекту. Замість потокової передачі або збереження всього відео-запису досліджуваного сегмента конвеєра обробка зображень на основі країв може ідентифікувати необхідну область та відправити тільки відповідну ділянку відзнятого матеріалу разом з його географічним положенням на сервер для подальшого аналізу. Це може зменшити обсяг необхідної обробки, зменшити пропускну здатність і зберегти дорожню енергію на борту безпілотної апарату. На сервері передані зображення можуть бути або перевірені вручну, або можуть бути додатково оброблені за допомогою глибоких моделей навчання для визначення форми спостережуваного пошкодження.

Виявлення витоків в трубопроводі

Однією з актуальних проблем у газовій галузі на сьогодні залишається проблема своєчасного виявлення місць витоків газу в трубопроводах. У разі розгерметизації труби можливе виникнення серйозних аварій, здатних знищити природу в радіусі декількох кілометрів. Розташування трубопроводів у важкодоступних місцях або на метровій глибині під землею створює труднощі для оперативного контролю. Основним методом виявлення місць витоків у даний час є патрулювання газопроводів із застосуванням переносних газоаналізаторів, що пов'язано з великими трудовитратами і невисокою оперативністю.

На сьогодні оперативними і перспективними є методи виявлення витоків детекторами, встановленими на безпілотної літальних апаратах. Принцип роботи детектора заснований на лазерній спектроскопії і показаний на рис. 2 [16].

Даний лазер випромінює в імпульсному режимі з тривалістю імпульсів близько 100 мкс на довжині хвилі 1,65 мкм, у межах якої метан має кілька ліній поглинання. Випромінювання лазера відбивається топографічним об'єктом, потрапляє

на приймальну лінзу і фокусується на оптоелектронний фотоприймач.

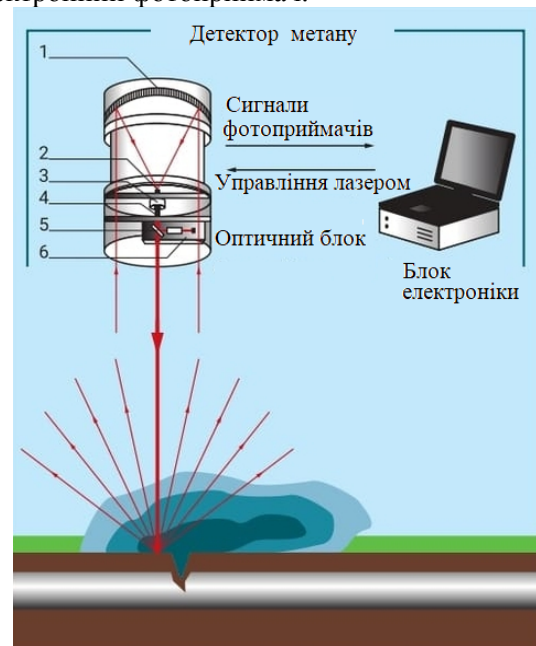


Рис. 2. Принцип дії дистанційного детектора газу:

- 1 — приймальне дзеркало; 2 — фотодетектор;
- 3 — лазер; 4 — об'єктив; 5 — світлоділитель;
- 6 — реперний канал приладу

Управління лазером і обробка даних проводяться за допомогою спеціальної on-line програми. В результаті обробки обчислюється концентрація метану вздовж довжини оптичного шляху лазера від приладу до топографічного об'єкта. При витокі газу з трубопроводів утворюється хмара метану з неоднорідним розподілом його концентрації. За допомогою системи GPS, використаної в приладі, можна отримувати просторовий розподіл метану біля місця витоків з прив'язкою до координат. Природні гази сильно розсіюють випромінювання лазера, тому розсіяне зображення, отримане за допомогою інфрачервоного томографа, можна використовуватися для визначення витоків (рис. 3).

Корозія — основна причина серйозних подій на трубопроводах для транспортування газоподібних і рідких вуглеводнів (рис. 4).

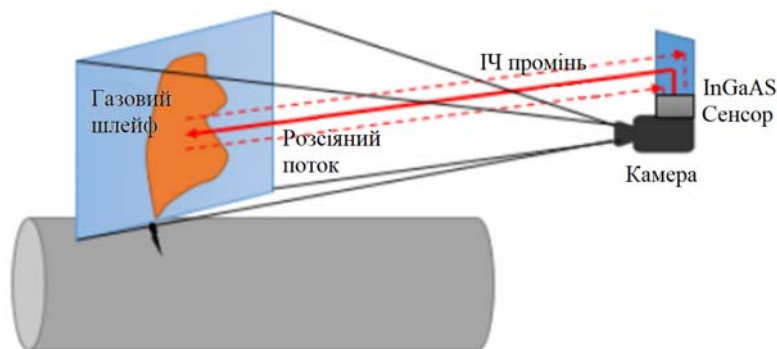


Рис. 3. Зворотнє розсіювання з поглинанням газу



Рис. 4. Корозія трубопроводів

Використання тепловізора і оптичної газової візуалізації також може допомогти визначити корозію і витіки газу через зміну температури, зареєстрованих тепловізором (рис. 5) [11; 12; 14].

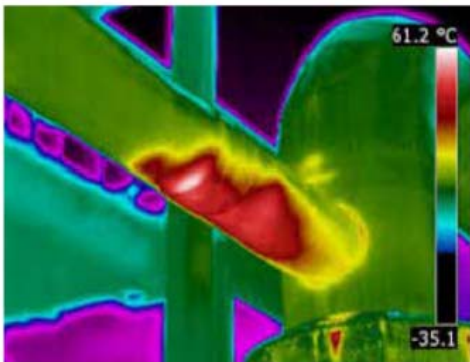


Рис. 5. Тепловий профіль трубопроводу

Ці дані можуть бути проаналізовані разом зі швидкістю і напрямком вітру, щоб оцінити напрям викиду і площу ураження. Дрон може виконувати частину аналізу, включаючи ідентифікацію та захоплення особливих зон, в той час як інші обчислювальні моделі можуть бути виконані на землі.

Прокладка трубопроводу

Рухливість запасів нафти і газу, виснаження існуючих родовищ тягне за собою будівництво

нових магістральних трубопроводів. Також не менш важливою є проблема охорони та експлуатації трубопроводного транспорту.

Сучасні умови роботи трубопроводу характеризуються прогресуючим старінням основних фондів. Так, більше 50 % магістральних трубопроводів експлуатуються більше 20 років, а близько половини з них — понад 30 років.

Прокладка нових магістралей, капітальний ремонт, реконструкція, технічне переоснащення є одним з ключових завдань, що стоять перед галуззю.

Перед початком прокладки газопровідної магістралі необхідно враховувати, а також зіставити ряд важливих зовнішніх факторів, таких як стан ґрунту; тип ґрунту; кліматичні умови місцевості; ландшафт ділянки; наявність на місцевості різних архітектурних будівель. Будівництво та близькість житлового простору можуть привести до катастрофи у випадку будь-якої аварії.

Застосування БПЛА з метою пейзажної зйомки забезпечує репрезентативність, оперативність і більше територіальне охоплення ландшафтними дослідженнями.

Рельєф є каркасом ландшафтної структури території, а газопровідна магістраль повинна відповідати пластиці рельєфу.

Для цього на основі перспективних знімків, отриманих з БПЛА, проводиться візуальний аналіз морфологічної будови досліджуваного району. Мобільність і високі технічні характеристики БПЛА дають можливість охопити істотні площі і оперативно виявити територіальні відмінності досліджуваних екосистем і їх антропогенне навантаження [17].

Принцип надання послуг на базі БПЛА складається з трьох ключових елементів, показаних на рис. 6.



Рис. 6. Схема реалізації рішення

За фотографіями, знятими з повітря з використанням безпілота, створюються тривимірні моделі проводки магістралі на місцевості.

Комплекс спеціалізованих програм для інспекції індустріальних об'єктів поєднує класичні методи обробки візуальної інформації з сучасними алгоритмами машинного зору, що забезпечують новий рівень автоматизації і простоти у використанні (рис. 7). Цей програмний комплекс призначено для автоматичної побудови позовжнього профілю траси трубопроводів уздовж обраного шляху.

Ключові особливості програми:

- швидке автоматизоване створення 3D-моделей за результатами аерофотозйомки;
- розподіл моделі конструкції на деталі і вузли та їх сортування за ступенем важливості;
- обробка інформації за допомогою автоматизованих алгоритмів штучного інтелекту;
- збереження даних з прив'язкою до місцевості;
- архівація даних у хмарному сховищі.

Актуалізація планів місцевості дозволяє уточнити критерії вибору оптимального маршруту траси.

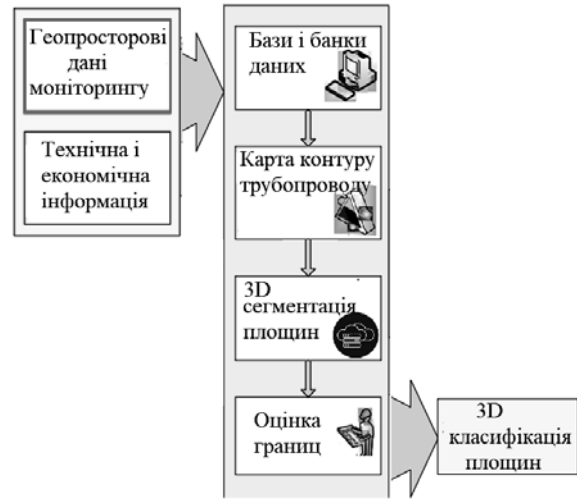


Рис. 7. Аналіз ландшафтної структури території із використанням аналітики зображень

На графічному документі зображується профіль земної поверхні, лінія глибини закладення трубопроводів, геометричні розміри колодязів, інша необхідна довідкова інформація, у якій вказують довжину і ухили ділянок, відмітки поверхні землі і верху труби, глибину закладання, діаметри труб і кути повороту (рис. 8).

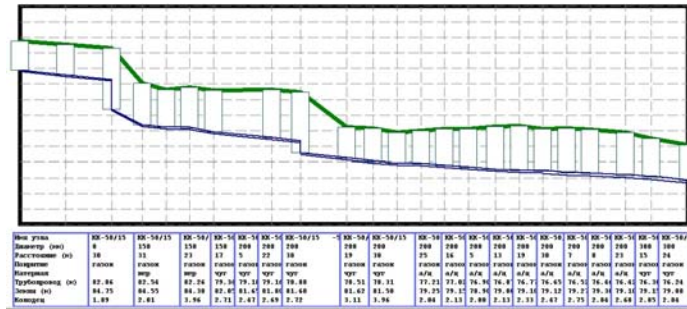


Рис. 8. Поздовжній профіль трубопроводу

Використовуючи камеру з високою роздільною здатністю або LiDAR встановлений на безпілота можна ідентифікувати пошкоджену ділянку і нанести на карту. Скануючий LiDAR дозволяє максимально оперативно отримати найбільш повну і точну інформацію. При його роботі відбувається формування щільної хмари точок, що дозволяє отримати високу точність тривимірної моделі техногенних об'єктів і рельєфу місцевості.

Безпілотної літальний апарат, оснащений бортовим LiDAR, може сканувати по довжині ланки трубопроводу і генерувати точні карти хмар точок. Область може бути помічена геотегами, а потім інформація може бути передана в сервер — систему для порівняння із запланованим макетом (рис. 9). Як тільки вторгнення визначено, аварійні бригади можуть бути відправлені, щоб провести його усунення.



Рис. 9. Аналіз ланки трубопроводу

Завдяки гнучкості платформи і простоті конфігурації, дрони також можуть бути розгорнуті для ряду застосувань на додаток до згаданих вище, наприклад, для проведення первинного огляду, моніторингу та каталогізації ходу будівництва, огляду резервуарів, вентиляційних веж вимірювання об'єму та площі, функції аварійного реагування, моделювання місцевості і багато іншого.

Платформа дозволяє користувачеві з легкістю розгортати змінний пакет датчиків корисного навантаження.

Безпілотний літальний апарат може виконувати такі завдання, як відеоспостереження, визначення концентрації зрідженого нафтового газу, виявлення диму, екстрене реагування, і здатний виконувати автономні польоти, включаючи зліт і посадку, програмовану траєкторію польоту, навігацію по маршрутній точці. Гранична платформа здатна виконувати аналітику фронтів, генерувати періодичні, а також пріоритетні оповіщення, захоплювати дані телеметрії, контролювати характеристики польоту безпілотників і автоматично вибирати оптимальний канал зв'язку з набору підтримуваних варіантів підключення, включаючи Bluetooth, WiFi, 3G тощо. Також розроблені аналітичні компоненти для виявлення тріщин і корозії.

Висновки

Використання БПЛА відкриває перед нафтогазовою галуззю нові можливості оперативного отримання інформації про стан магістральних нафтопроводів і території уздовж них, істотно заощаджує кошти і відкриває нові можливості для безпечної експлуатації трубопровідного транспорту. Безпілотні літальні апарати мають не тільки невелику частину експлуатаційних витрат порівняно з пілотованими літаками та іншими методами, вони також чинять менший вплив на навколишнє середовище, включаючи шум і забруднення повітря. Адаптованість БПЛА для різних застосувань і операційних сценаріїв є однією з основних привабливих сторін для всіх сегментів промисловості, оборони та приватного використання.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] ОР-75.200.00-КТН-402-09. Регламент технической эксплуатации переходов магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов через водные преграды.
- [2] Казак А. Н., Пономаренко Е. А. (2019). Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов в различных сферах хозяйственной деятельности. Финансово-экономическое и информационное обеспечение инновационного развития региона»: сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции, состоявшейся 14–15 марта 2019, с. 44–47.
- [3] Хуснутдинов Т. Д., Щербакова А. В., Комарова П. А., Рублевская Е. В., Решетников А. Ю. (2017). Перспективы использования беспилотных летательных аппаратов в инновационных проектах. *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. №13, с. 139–141.
- [4] Zhang, Yong; Yuan, Xiuxiao; Li, Wenzhuo; Chen, Shiyu. (2017). Automatic Power Line Inspection Using UAV Images. *Remote Sens.* 9, no. 8: 824. doi.org/10.3390/rs9080824
- [5] Звуйковский Н. (2017). Беспилотные технологии. Применение дронов в нефтегазовой отрасли. *Современные технологии*. № 3. С. 98–100.
- [6] Ачасов А. Б., Ачасова А. О., Титенко Г. В., Селиверстов О. Ю., Седов А. О. (2015). Щодо використання бпла для оцінки стану посівів. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна серія «Екологія»*, вип. 13, С. 13–18.
- [7] Полтавский А. В., Юрков Н. К., Нгуен Зуи Фыонг. (2018). Телекоммуникация сетевых систем на основе высотных платформ. *Надежность и качество сложных систем*. № 1 (21), С. 46–55.
- [8] Катеринчук І. С., Балицький І. І., Шпорт М. М. (2018). Технологія обґрунтування ресурсних параметрів застосування тактичних безпілотних літальних апаратів органу охорони державного кордону. *Науковий огляд*, № 10(53), С. 69–79.
- [9] Джонатан Фидлер. (2003). Обзор технологий обнаружения утечек в трубопроводе. 550 с.
- [10] Якуб Ондрачек. (2000). Интеллектуальные алгоритмы мониторинга окружающей среды вокруг нефтепроводных систем с использованием беспилотных воздушных систем. 100 с.
- [11] Абдрахманов Н. Х., Галлямов М. А, Саляхутдинов В. В., Худайбердин Р. Р., Абдрахманова К. Н., Басырова. (2017). Анализ систем обнаружения утечек на магистральных нефтепродуктопроводах. *Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов*. Вып. 3(109), С. 154–164.
- [12] Айроян З. А., Коркишко О. А., Сухарев Г. В. (2016). Мониторинг магистральных нефтепроводов с помощью беспилотных летательных аппаратов. *Сетевой научный журнал, Инженерный вестник Дона*, №4. ivdon.ru/ru/magazine/arhive/n4y/2016/3898
- [13] Ниведит Мажумдар. (2016). Рынок потребительских беспилотников: анализ тенденций. 74 с.
- [14] Inspecting Pipelines using Unmanned Aerial Vehicles. URL: <https://www.wipro.com/content/dam/nexus/en/service-lines/product-engineering/latest-thinking/inspecting-pipelines-using-unmanned-aerial-vehicles/> (дата звернення: 25.03.2021)
- [15] Ершов О.В. Дистанционный детектор метана для авиационного обследования газопроводов. – URL: <https://xn--80aaigboe2bzaiqsf7i.xn--p1ai/pergam-2020-1/>
- [16] Воскресенский И. С., Сучилин А. А. (2016). Опыт применения ГИС для регионального геоморфологического районирования при оценке воздействия на окружающую среду трасс магистральных трубопроводов. Материалы международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС-22». Протвино: «Научная Библиотека», Т. 1, С. 173–183.

Козлов В. В., Волянська Л. Г., Отрощенко В. В.

ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ НА НАФТО-ГАЗОПРОВОДАХ

У статті розглянуті можливості застосування безпілотних літальних апаратів для моніторингу магістральних трубопроводів газотранспортної системи. Об'єктам газотранспортної галузі необхідна постійна увага і обслуговування, їх ефективна експлуатація безпосередньо залежить від актуальності та повноти інформації про стан трубопроводів. Зниження екологічної безпеки в зв'язку зі старінням трубопроводів потребує вдосконалення системи попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій в газотранспортній системі. Використання традиційних наземних методів обстеження магістралей, на сьогоднішній день, вже не найдешевший і ефективний спосіб збору такої інформації. Інформація про зйомку за допомогою безпілотних літальних апаратів розглядається як більш дешева і оперативна альтернатива використанню даних, отриманих при патрулюванні пілотованою авіацією і транспортними засобами високої прохідності. У статті розглянуті сучасні методи проведення пейзажної зйомки, виявлення пошкоджень та місць витоків газу в магістральних трубопроводах. Мобільність і високі технічні характеристики безпілотних літальних апаратів дають можливість охопити істотні площі і оперативно виявити місця витоків газу і територіальні відмінності досліджуваних екосистем. Розкрито основні переваги використання безпілотних літальних апаратів для забезпечення безпечної експлуатації магістральних газопроводів. Збереження екологічного благополуччя місцевості, по якій проходить трубопровід — одна з основних важливих причин, чому необхідно регулярно проводити моніторинг стану трубопроводів і зон відводів. Розглянуто можливості використання систем із застосуванням безпілотних літальних апаратів для створення тривимірної моделі провідки магістралі на місцевості в найбільш небезпечних ділянках: через річки, залізничні шляхи, автодороги і поблизу населених пунктів.

Ключові слова: нафтогазопровід; БПЛА; безпілотний літальний апарат; моніторинг трубопроводу; магістральний трубопровід.

Kozlov V.V., Volianska L.G., Otroshchenko V.V.

POSSIBILITY OF USING UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR INSPECTION OF OIL AND GAS PIPELINES

The article considers the possibilities of using unmanned aerial vehicles for monitoring the main pipelines of the gas transmission system. The objects of the gas transportation industry need constant attention and maintenance, their effective operation directly depends on the relevance and completeness of information about the condition of the pipelines. Decreased environmental safety due to the aging of pipelines requires the improvement of the system of prevention and elimination of emergencies in the gas transmission system. The use of traditional ground methods of surveying highways, to date, is no longer the cheapest and most effective way to collect such information. Information on shooting with unmanned aerial vehicles is considered as a cheaper and faster alternative to the use of data obtained during patrols by manned aircraft and off-road vehicles. The article considers modern methods of landscape surveying, detection of damage and gas leaks in main pipelines. Mobility and high technical characteristics of unmanned aerial vehicles make it possible to cover significant areas and quickly identify gas leaks and territorial differences of the studied ecosystems. The main advantages of using unmanned aerial vehicles to ensure safe operation of main gas pipelines are revealed. Preservation of the ecological well-being of the area through which the pipeline passes is one of the main important reasons why it is necessary to regularly monitor the condition of pipelines and branch areas. Possibilities of using systems with the use of unmanned aerial vehicles to create a three-dimensional model of highway wiring in the most dangerous areas: across rivers, railways, roads and near settlements are considered.

Keywords: oil and gas pipeline; UAV; unmanned aerial vehicle; pipeline monitoring; main pipeline.

Стаття надійшла до редакції 13.04.2021 р.

Прийнято до друку 09.06.2021 р.