

Наука — виробництву

УДК 622.692:528

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ТА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВИХ КООРДИНАТ ОБ'ЄКТІВ ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

¹М.І. Феношин, ²І.М. Рuzіна, ²Г.М. Савченко, ³Г.В. Петрова, ³Д.В. Білоус

¹ ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 572380,
e-mail: geodesy@nuing.edu.ua

² УкрНДІгаз, 61010, м. Харків, Красношкільна наб., 20, тел. (0577) 304525,
e-mail: gaz@ukrniigaz.kharkov.ua

³ Національний Технічний Університет «Харківський Політехнічний Інститут»,
61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21, тел. (057) 7076883, e-mail: siv@kpi.kharkov.ua

На сьогодні аналіз траси діючого газопроводу виконують застарілими методами, які призводять до перевитрат часу, трудових ресурсів та зростання вартості робіт. Проаналізовано можливість використання сучасних методів визначення просторових координат місцезнаходження об'єктів нафтогазової промисловості на місцевості. Описано принцип дії GPS-навігації та критерії точності визначення координат об'єктів.

На ділянці діючого газопроводу були проведені експерименти з визначення координат контрольних точок різними методами. Проаналізовано час і ресурси, витрачені на реалізацію цього проекту. Отримані результати свідчать про економічну ефективність впровадження GPS-навігаторів та супутніх програм при виконанні вимірювань. Вказано сфери застосування модернізованих засобів геодезичного вимірювання та електронних карт. Різноманітність спектра використання перелічених засобів в нафтогазовій галузі свідчить про необхідність кваліфікованої підготовки фахівців.

Ключові слова: GPS-навігатор, координати, газопровід, експеримент

На сегодняшний день анализ трассы действующего газопровода выполняют устаревшими методами, что приводит к значительным временным и трудовым затратам и, соответственно, росту стоимости работ. Проанализирована возможность использования современных методов определения пространственных координат местонахождения объектов нефтегазовой промышленности на местности. Описан принцип работы GPS-навигации и критерии точности определения координат объектов.

На участке действующего газопровода проводились эксперименты по определению координат контрольных точек различными методами. Проанализированы время и ресурсы, затраченные на реализацию этого проекта. Полученные результаты свидетельствуют об экономической эффективности внедрения GPS-навигаторов и сопутствующих программ при выполнении измерений. Указаны сферы применения модернизированных средств геодезических измерений и электронных карт. Разнообразие спектра использования перечисленных средств подтверждает необходимость квалифицированной подготовки специалистов.

Ключевые слова: GPS-навигатор, координаты, газопровод, эксперимент

At present the analysis of gas pipeline route operation is executed by out-of-date methods which result in the considerable losses of time, of labour force and the growth of cost of the works. The possibility of applying modern methods for determination of spatial coordinates of oil and gas field facilities has been analysed. The operation principle of GPS-navigation and the criteria of accuracy for determining coordinates of this facilities were described.

The experimental measurements of control points were performed in the area of operating gas pipeline by using different methods. Time and resources spent on the realization of this project were analysed. The obtained results testify the economic efficiency of GPS-navigators introduction and concomining programs during geodetic measurements. The areas of application of the advanced facilities of geodetic measurements and the electronic maps are indicated. The variety of spectrum of the use of the enumerated facilities in oil and gas industry confirms the necessity of specialists skilled training.

Keywords: GPS-navigator, coordinates, gas pipeline, experiment

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями

Згідно з Законом України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» і постанови кабінету Міністрів від 11 липня 2002 р. № 956 ДНАОП 0.00-3.07-02 усі потенційно небезпечні об'єкти (об'єкти, на яких можуть використовуватись, виготовлятись, перероблятись, зберігатись чи транспортуватись небезпечні речовини, біологічні препарати, а також інші об'єкти, що за певних обставин можуть створити реальну загрозу виникнення аварії) повинні пройти ідентифікацію, за допомогою якої визначається приналежність даного потенційно небезпечного об'єкта до об'єктів підвищеної небезпеки.

Приналежність об'єкта до переліку потенційно небезпечних визначається граничною масою продукту, який міститься на ньому (транспортується, використовується, зберігається, виготовляється тощо) та відстань до місць масового скупчення людей, транспортних магістралей, промислових, природоохоронних та життєво-важливих цивільних об'єктів.

Ідентифікація та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН) передбачає такий порядок проведення:

- складання Повідомлення про результати ідентифікації ОПН;
- внесення ОПН до Державного реєстру;
- декларація безпеки ОПН;
- паспортизація ОПН.

Зрозуміло, що кожен із вказаних пунктів має містити інформацію про розташування об'єкта на місцевості, тобто його геопросторові координати (геодезична широта, геодезична довгота та висота над рівнем моря).

Газопровід являє собою суцільну трубу з лінійною арматурою (лінійні, байпасні, запірні крани), яка перетинає на своєму шляху багато природних та штучних перешкод (повітряні - через річки, яри, балки тощо, підземні - через автомобільні дороги та залізниці, переїзди через газопроводи) та огинає населені пункти, складні для будівництва ділянки.

Тому при декларуванні газопроводу як ОПН, слід отримати вичерпну інформацію про трасу прокладання газопроводу на місцевості, координати його основних споруд і меж санітарно-захисних зон та ситуаційний план максимальних зон можливого ураження для найбільш небезпечних за своїми наслідками та найбільш імовірних сценаріїв аварій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми

На сьогоднішній день аналіз траси прокладання газопроводу здійснювали за наявним паспортом газопроводу на момент його введення в експлуатацію з подальшим нанесенням на карти місцевості, або візуальною зйомкою, тригонометричним чи геометричним нівелюванням. Зону ж імовірного ураження здебільшого

наносять без чіткого розмежування (знову ж таки візуально), або взагалі подають в описовому вигляді. Такі підходи до вирішення проблеми точного місцезнаходження протяжних об'єктів, попри їх системність, є морально і фізично застарілими, хоча і повсякчас використовуються на практиці [1, 2, 3].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми та формулювання мети статті

Вищезгадані підходи до визначення місцезнаходження таких небезпечних об'єктів, як газопроводи, вже передбачають значну похибку у визначенні меж санітарно-захисних та охоронних зон, також зон уражень при перенесенні інформації з «старого» паспорта на карту, або вимагають значних витрат часу і трудових ресурсів, що відбивається на вартості робіт.

Також такі підходи побудовано на зборі та аналізі апріорної, не завжди «коректної» інформації про трасу прокладання газопроводу (зі слів обхідника або приблизної схеми розміщення контрольних точок).

В даній статті звертається увага на сучасний підхід до вирішення проблеми, адже досягнення науково-технічного прогресу, дає змогу якісно, ощадливо та швидко виконати проект завдяки застосуванню новітніх автоматизованих програм. До новітніх методів, які застосовуються для визначення координат об'єкта, відносимо GPS-навігацію осей газопроводів та програму Google Earth.

Викладення основного матеріалу досліджень

GPS – система глобального позиціонування (Global Positioning System) завдяки супутниковим приймачам дає змогу безкоштовно здійснювати швидке автоматичне визначення координат об'єкта з точністю від 10 до 100 м, а також визначати швидкість переміщення об'єктів на поверхні землі і в повітряному просторі. Космічний сегмент містить понад 30 супутників. GPS-навігатор посилає сигнали до них, і на основі отриманих даних обчислює географічні координати, які накладаються на карту, в результаті чого можна визначити точне місцезнаходження об'єкта (рис. 1). Сучасні моделі навігаційних пристроїв дозволяють задати на карті певну кількість точок, необхідну для точного прокладання траси такого протяжного об'єкта, як газопровід.

Для точного визначення відстаней за допомогою GPS-приймача необхідна ідеальна синхронізація годинників на супутнику і в приймачі, що досягається використанням атомних годинників на борту супутника. Для визначення координат використовують дані від чотирьох і більше супутників. Отримавши сигнал від декількох супутників, приймач шукає точку перетину відповідних кіл, і якщо таку точку не знаходить, то комп'ютер в приймачі починає коригувати час методом послідовних ітерацій

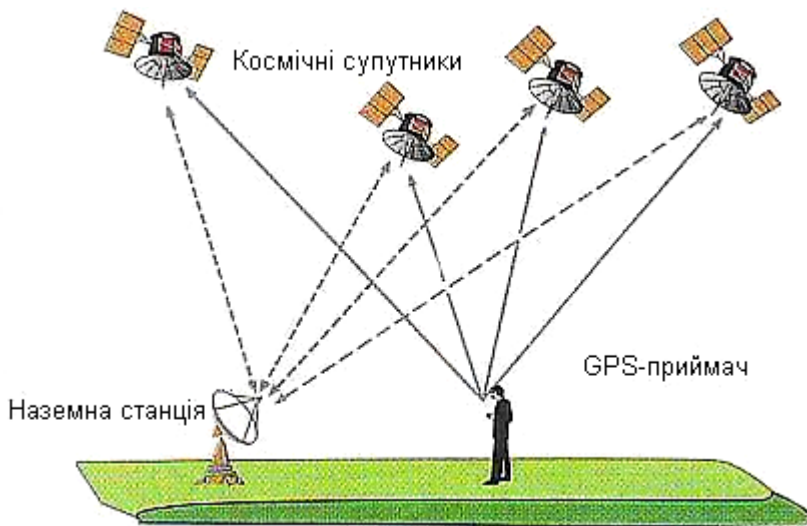


Рисунок 1 – Спрощена схема функціонування GPS



Рисунок 2 – Метод диференційованої корекції DGPS

до того моменту, поки не зведе усі виміри до однієї точки. Таким чином, чим більше підключено до виміру супутників, тим точнішими будуть виміри.

Для газопроводів доцільно використовувати метод диференційованої корекції, що значно збільшує точність GPS-приймача. Використовуючи цей метод можна визначити місцезнаходження об'єкта з сантиметровою точністю. Тобто, один приймач знаходиться в точці з відомими координатами (базова станція), а другий приймач збирає дані в точці з невідомими координатами. Незмінність координат базової станції дає змогу обчислювати помилки, які містяться в супутниковому сигналі, тобто, базова станція може уточнювати координати супутників і передавати скориговані дані GPS-приймачу. Уточнені дані (диференційовані корекції) використовуються для точного визначення місцезнаходження об'єкта.

Диференційовані корекції передаються з базової станції на GPS-приймач за допомогою радіозв'язку. Вихідна потужність передавача - 100 Вт, що дозволяє приймати диференційовані

корекції на відстані до 300 км на морі або 150 км на суші (рис. 2).

На даний час найбільш розповсюдженим і відомим для пересічного споживача є GPS для управління автомобільними системами навігації. Крім того, GPS використовуються під час проведення наукових експериментів, а також у роботі рятувальних та диспетчерських служб для пошуку людей, транспорту, а також в міському і сільському господарстві.

Під час дослідження траси трубопроводу достатньо лише двох фахівців, які проводять вимірювання: перший виконує роботи з трасування, другий – аналізуючи одночасно нерівності місцевості через певні проміжки, записує координати контрольних точок. Отримані дані з GPS-навігатора в оперативному режимі приймаються службою GPS MAP та передаються на диспетчерський комп'ютер мережею Internet. Використовуючи тривимірне моделювання простору найбільш зручно та економічно наносити контрольні точки з використанням програми Google Earth.

Таблиця 1 – Час та ресурси, витрачені на реалізацію проекту

Параметри	Значення параметра, що характеризує затратені ресурси	
	бригада I	бригада II
Трудові ресурси		
1 Склад бригади, чол.	4 (бригадир-трасошукач, дослідник з рейкою, дослідник-вимірювач, водій)	3 (бригадир-трасошукач, дослідник-вимірювач, водій)
Часові ресурси		
2 Час, витрачений на прибуття до першого об'єкта та об'їзди перешкод по трасі газопроводу, год.	12	7,5
3 Час, витрачений на вимірювання при 8-годинному робочому дні, год./діб.	240/ 30	64/8
4 Час на оброблення результатів, нанесення на карту та передавання проекту замовнику при 8-годинному робочому дні, год./діб.	24/3	8/1
Матеріальні ресурси		
5 Середній пробіг автомобіля з урахуванням ночівлі у готелі, км	810	300
6 Витрата пального для вітчизняного автомобіля, що рухається пересіченою місцевістю, л/100 км	141,75	52,5
7 Витрати на заправку автомобіля за середньої вартості пального 8,75 грн./л	1240	460
8 Добові витрати на відрядження	3600	720
9 Витрати на проживання	12000	2400
Середньозважені витрати		
Загальний термін виконання проекту, год./діб.	264/33	72/9
Загальні витрати, пов'язані із вимірюванням, грн	16840	3580

Google Планета Земля (Google Earth) – проект компанії Google, у рамках якого в мережі Інтернет розміщені супутникові знімки усєї земної поверхні.

Програма автоматично підкачує з Інтернету необхідні зображення та інші дані, зберігає їх у пам'яті комп'ютера для подальшого використання. Для візуалізації зображення використовується тривимірна модель земної кулі (з урахуванням висоти над рівнем моря), модель яка відображається на екрані за допомогою інтерфейсів DirectX або OpenGL. Саме у тривимірності ландшафтів поверхні Землі і полягає основна відмінність програми Google Earth від її попередника Google Maps. Практично усю поверхню суходолу вкрито зображеннями з розширенням 15 м на піксель, отриманими від компанії Digital Globe.

Для аналізу економічної ефективності впровадження новітніх засобів визначення координат траси газопроводу проаналізуємо час, витрачений на реалізацію проекту з аналізу траси прокладання газопроводу двома бригадами: I – оснащеної «стандартними» засобами (рейки, нівеліри, теодоліти, стандартні карти) та II – тахеометрами, GPS-навігаторами та про-

грамою Google Earth. Обидві бригади досліджували діючу ділянку газопроводу, що транспортує газ Степового родовища до магістрального газопроводу «Шебелинка-Полтава-Київ» загальною протяжністю 23,4 км. Трасу газопроводу прокладено різкопересіченою місцевістю зі значною кількістю переходів через водні перешкоди, балки, яри, урочища. Обидві бригади оснащено трасошукачами. Вимірювання першою бригадою проводилось кожні 20-50 метрів залежно від видимості та масштабу карти, на яку попередньо нанесли контрольні точки газопроводу. Результати зведено до табл. 1.

Дані проведеного студентами НТУ «Харківський політехнічний інститут» експерименту у інтерактивному середовищі, які сформували математичну модель процесу на макрорівні за допомогою компонентних та топологічних рівнянь, свідчать про скорочення часових ресурсів майже в 4 рази та матеріальних витрат в 4,7 рази під час реалізації проекту за умови використання новітніх методів порівняно із стандартними.

З іншого боку, застосування GPS-навігації та електронних програм для складання карт – це, як вже наголошувалось, безперечне підви-

щення точності, адже дослідник оперує не апіорними даними, а даними вимірювання в реальному часі. Щодо потенційно-небезпечних об'єктів, саме точність визначення зон ураження може запобігти трагічним наслідкам, знижуючи імовірність їх виникнення.

Отже, перша перевага лежить у економічній площині заощадження часових та матеріальних ресурсів, тобто швидкості розробки проекту, друга – в точності та коректності отриманих даних.

На даний час застосування GPS-навігації знаходить все ширше застосування у нафтогазовій галузі завдяки значному економічному ефекту при незначних капіталовкладеннях (придбання навігатора та супутнього програмного забезпечення). Серед відомих впроваджень є:

- визначення місць відбору проб газу для подальшого правильного інтерпретування інтегрального параметра геохімічної інформації для визначення місцезнаходження майбутніх родовищ вуглеводів;

- визначення місцезнаходження свердловин на площі газоносності родовища відносно установки підготовки газу при тій чи іншій схемі відбору газу;

- складання поздовжніх планів-профілів траси газопроводу із точним визначенням найнижчих місць і відповідної їм території, аналіз яких необхідний для вибору точок підключення нових родовищ і місць локалізації рідини в порожнині газопроводу.

Таким чином, GPS-навігація має потужний потенціал та перспективи широкого застосування в нафтогазовій промисловості під час геологічних досліджень, складання проектів розробки родовищ, а також збору, підготовки та транспортування вуглеводнів. Тому, ми вважаємо за необхідне використання та застосування новітніх технологій, досягнень принципів GPS-навігації у процесі підготовки висококваліфікованих фахівців для нафтогазової галузі.

Література

1 Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. – К.: Основа, 2003.- 192 с.

2 Стандарт підприємства: СТП 320.00158764.034-2002 Правила технічної експлуатації промислових трубопроводів газових, газоконденсатних та нафтових родовищ. - [Чинний від 2002-06-25]. – К.: ДК «Укргазвидобування», 2002.- 133 с.

3 Сафонов В.С. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности / В.С.Сафонов, Г.Э. Одишария, А.А. Швыряев. – М.: НУМЦ Минприроды России, 1996. - 207 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії

14.03.11

Рекомендована до друку професором

Тимківим Д.Ф.