

УДК 528.48

к.т.н., проф. Староверов В. С., Нікітенко К. О.,  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## МЕТОДИКИ ТА НОРМАТИВНІ ВИМОГИ КАРТОГРАФУВАННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

*Розглянуто і проаналізовано існуючі методи та нормативні вимоги до картографо-геоінформаційного забезпечення, картографічного проектування магістральних трубопроводів. Запропоновано рекомендації щодо більш чіткого структурування картографічних робіт з моніторингу магістральних трубопроводів.*

**Ключові слова:** магістральний трубопровід (МТ), картографічне забезпечення, геоінформаційні системи (ГІС), земельно-кадастрова карта.

**Постановка проблеми.** Останнім часом спостерігається бурхливе зростання і розвиток нафтогазового комплексу. Це обумовлює особливий інтерес дослідників до інформаційного забезпечення виробничо-технологічних процесів, як при облаштуванні, так і при експлуатації промислових об'єктів на родовищах нафти і газу. Такими прикладами є спроби створення корпоративних геоінформаційних систем (ГІС) з позицій цифрової картографії та геопросторового моделювання територій та еколого-географічного картографування. Такі основні напрямки оцінки території дозволяють виконати облік негативних процесів, які можуть призвести до аварійної ситуації; територіального планування (в якості самостійного блоку карт).

Таким чином, вивчення і дослідження теоретичних та прикладних аспектів, вимог до картографо-геоінформаційного забезпечення, картографічного проектування, технології геоінформаційного моделювання виробничих нафтогазовидобувних комплексів, що забезпечують безпечну експлуатацію трубопроводу, є актуальним завданням.

**Постановка завдання.** Метою дослідження є аналіз існуючих методів, добре розроблених методик та нормативних вимог щодо створення проектних звітних матеріалів, що включають в себе методи автоматизації прив'язки, перетворення і візуалізації просторових даних, картоскладання, створення ГІС, видання карт та інших видів картографічної продукції для забезпечення проектних робіт з облаштування родовища і зовнішньому транспорту нафти і газу.

**Виклад основного матеріалу.** Оскільки, мережа трубопроводів являє собою складний просторовий об'єкт, що включає магістральні трубопроводи та відгалудження із переходами через природні та штучні перешкоди, захисні споруди, газорозподільчі станції, під'їзні шляхи тощо, які розміщені в районах, що характеризуються різноманітними інженерно-геологічними умовами. Стійкість цих споруд у великій мірі визначена сучасною геодинамікою – процесами і явищами, завдяки яким відбуваються деформації товщ гірських порід та зміни рельєфу Землі. При геодинамічних дослідженнях, неотектонічних дослідженнях, прогнозуванні екзогенних геологічних процесів ефективно застосовуються дані дистанційного зондування, зокрема панхроматичні та багатозональні космічні знімки локального (роздільна здатність 25 – 100 м) та детального (роздільна здатність 5 – 20 м) рівнів генералізації [1].

Інтерпретація даних дистанційного зондування дозволяє:

- прогнозувати ділянки пошкоджень на трубопроводах;
- визначати положення потенційно-аварійних ділянок, враховуючи особливості новітньої геодинаміки;
- проводити моніторинг екзогенних процесів вздовж трас трубопроводів, визначати умови їхньої активізації;
- визначати заходи зниження негативного впливу трубопроводів на довкілля;
- здійснювати вибір оптимальних трас газо– та нафтопроводів.

У практиці досить давно використовують картографічний моніторинг, а також картографічну візуалізацію та інтерпретацію результатів досліджень. У рамках таких робіт складено відповідні інструкції, нормативи, однак картографічні роботи розглянуті в них недостатньо повно, не розроблена система вимог до змісту та оформлення картографічних матеріалів. Також недостатньо уваги приділяється проведенню та інтерпретації результатів моніторингу та контролю на стадії будівництва магістральних трубопроводів. Важливим аспектом моніторингу стану трубопровідної системи на основі супутникової інформації є геодинамічні дослідження. Геодинамічні дослідження дають можливість встановлювати нестійкі ділянки, природа яких пов'язана із сейсмічністю, новітніми та сучасними тектонічними рухами, що призводять до активізації процесів переформування рельєфу, формування мережі тріщин та розривів у верхній частині земної кори, підняття та опускання окремих її блоків [4].

Таким чином, профілактичне обстеження дуже важливо, наприклад, для виявлення місць можливих витоків газу. Воно включає в себе візуальні спостереження з вертольотів, використання аерознімків, польових топозйомок,

традиційних паперових карт і вимірювального приладу, який поміщається всередину труби і дозволяє визначити її місце розташування під землею. У процесі обстеження проводиться оцінка близькості трубопроводу до будівель і заселеним районам для виявлення потенційно небезпечних областей у разі критичних ситуацій.

На сьогоднішній день основу комп'ютерного забезпечення складають ліцензійні програмні продукти: Arc View GIS компанії ESRI, для створення і обробки картографічних матеріалів, профілів, каталогів будівельних матеріалів, створення ГІС родовища; MicroStation і Descartes компанії Bentley і ERDAS Imagine компанії LGGI для прив'язки карт та аерокосмічних зображень та їх обробки; 3DS Max фірми Descreet і AutoCAD фірми Autodesk для створення тривимірних моделей; Photoshop фірми Adobe для обробки растрових матеріалів і підготовки до друку; Corel Draw фірми Corel Corporation для створення схем і роботи з векторною графікою.

Для початку картографування магістральних трубопроводів в будь-якому програмному забезпеченні необхідно мати інформацію по таким видам робіт [2]:

1. По створенню планово-висотної геодезичної мережі на магістральній трубопроводній системі. Відповідно до СОУ 60.3-30019801-024:2005 "Магістральні газопроводи. Геодезичний контроль за станом будівельних конструкцій компресорних станцій".

Планово-висотну мережу будують методом згущення державної геодезичної мережі з точністю не нижче полігонометрії 2-го розряду в плані. По висоті опорна мережа прив'язується до державної системи висот з точністю технічного нівелювання.

Роботи виконують у державній системі координат і висот згідно із СТП 320.30019801.084-2003 "Магістральні газопроводи. Вимоги до обсягів збору даних для наповнення системи паспортизації магістральних газопроводів", п.5.2в (Система координат УСК-2000); Система висот - Балтійська, 1977 р.).

На ґрунтові репери та інші центри довгострокового зберігання складають картки закладки.

2. По видам топографо-геодезичних робіт.

По паспортизації технологічних трубопроводів обв'язки обладнання компресорних станцій (КС). Де необхідно виконати:

- топографічне знімання проммайданчика КС у масштабі 1:500 з перерізом рельєфу 0,5 м;
- топографічне знімання пиловловлювачів, нагнітачів ГПА і АПО газу у масштабі 1:100;

- топографічне знімання вузла підключення у масштабі 1:500 з перерізом рельєфу 0,5 м;
- топографічне знімання шлейфів і магістральних трубопроводів до охоронних кранів у масштабі 1:1 000 з перерізом рельєфу 0,5 м;
- створення ситуаційного плану розміщення компресорних станцій в масштабі 1:5 000 радіусом в 1 км; фотографування технологічних об'єктів трубопроводу.

Топографічні знімання виконують з детальним відображенням усієї надземної та підземної інфраструктури згідно із вимогами Інструкції з топографічного знімання ГКНТА-2.04-02-98 у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500.

4. По визначенню планово-висотного положення надземних і підземних трубопроводів, технологічної обв'язки та інших підземних комунікацій.

Пошук місцеположення (локалізацію) інженерних комунікацій в плані і по висоті виконують за допомогою електронних приладів пошуку інженерних комунікацій, що забезпечують точність визначення відповідно до вимог Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 ГКНТА-2.04-02-98.

Частота визначення точок на будь-якій ділянці надземних і підземних комунікацій повинна забезпечувати детальний показ тіла комунікації з усіма поворотами в плані і змінами висоти, а також одержанням координат будь-якого технологічного елементу та визначенням глибини залягання газопроводів (відстань від поверхні ґрунту до верха труби) з кроком 10-15 м, обов'язково на кутах поворотів і в місцях перетинів з іншими комунікаціями.

Такий пошук проводиться для наступних підземних комунікацій:

- технологічних трубопроводів всієї території проммайданчика, починаючи від охоронних кранів МТ;
- трубопроводів паливного, пускового та імпульсного газу;
- ділянки теплотрас, водопроводів, каналізації, силових кабелів, що мають пересічення з технологічними трубопроводами чи проходять на віддалі менш, ніж 5 м від них; вхідних і вихідних шлейфів.

В обов'язковому порядку визначають точки перетину технологічних трубопроводів обв'язки з комунікаціями і між собою з обов'язковим визначенням їх взаємного положення по висоті.

#### 5. Фотографічні роботи.

У процесі виконання польових робіт проводять фотографування технологічних об'єктів КС елементів та трубопроводу. Фотографії повинні доповнювати графічну інформацію планів, мати коротку інформацію про зображуваний об'єкт.

Після отримання всієї необхідної інформації створюють земельно-кадастрову карту трубопроводу. Так наприклад, такі вимоги до створення земельно-кадастрової карти в програмі MicroStation і Descartes компанії Bentley [3]:

1.1. Земельно-кадастрова карта будується на основі вздовжтрасової карти М 1:10000 на ділянку МТ.

1.2. Графічне представлення контурів меж земельного кадастру повинно бути приведено на окремій карті, яка має відповідати тим самим вимогам, що і для карти М 1:10000, із зображенням відповідних контурів та описів до них. Всі об'єкти, приведені в картографічних матеріалах, повинні мати прописані ідентифікатори або назви, по яких однозначно визначаються їх описи в табличних даних.

1.3. Ореоли меж землевласників виконуються типом *Complex Shape* із підписами їх назв (в межах ореолів), ореоли піделементів земельних ділянок виконуються типом *Complex Shape* із підписами їх номерів (в межах ореолів), ореоли піделементів нерухомостей з літерними кодами (в межах ореолів).

1.4. Відповідність об'єму графічного опису об'єктів та текстової інформації на них мають бути вказані на супроводжувальній «Інформаційній картці» (Див. СТП 320.30019801.084-2003).

1.5. Вимоги до розподілу елементів по шарах карти наведено у табл.і 1.

Таблиця 1.

| Шар    | Опис шару                                               | Тип об'єкту                  | Опис об'єкту                                                    |
|--------|---------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 6<br>« | Межа землевласника                                      | <i>Shape , Complex Shape</i> | Полігональний                                                   |
| 26     | Назва землевласника                                     | Text                         | FT=192, розмір підбирається залежно від розміру полігону шару 6 |
| 7      | Код землевласника                                       | Text                         | PT=3, TH=5, TW=3                                                |
| 10     | Межі займаних нерухомостей, огорожа КС, ГРС. ППЗГ, СЗРГ | <i>Shape , Complex Shape</i> | Полігональний                                                   |
| 11     | Інвентарний номер                                       | Text                         | FT=3, TH=5, TW=3                                                |
| 12     | Межа (контур) піделементу нерухомості, літерний код     | <i>Shape , Complex Shape</i> | Полігональний                                                   |
| 13     | Літерний код піделементу                                | Text                         | FT=T92, TH=5, TW=3                                              |

|    |                     |      |                                                                                                                                       |
|----|---------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14 | Галузь використання | Text | FT=192, TH=10, TW=7 (якщо напис з такими розмірами не можна розмістити в межах свого просторового елемента, напис необхідно зменшити) |
| 3  | Межові знаки        | Text |                                                                                                                                       |

#### 1.6. Зміст текстових написів:

а) Інвентарний номер займаної нерухомості може містити тільки цифри, та не більше 4-х цифр.

б) Літерний код піделементу містить лише одну літеру.

1.7. Назва землевласника повинна розміщуватися посередині своєї ділянки і зорієнтована вздовж ділянки, розмір шрифту підбирати індивідуально в кожному випадку. Інвентарний номер займаної нерухомості розміщується в лівому нижньому куті, шрифт 3, висота 5, ширина 3. Літерний код піделементу розміщується в правому нижньому куті, шрифт 192, висота 5, ширина 3. Якщо підписи з заданими шрифтами не вміщуються у межах полігонального об'єкту, то розмір шрифту необхідно зменшити.

1.8. Просторові елементи кадастрової карти розміщуються згідно наступного правила:

а) Землевласник містить у собі займані нерухомості, займані нерухомості містять у собі піделементи. Нумерація займаної нерухомості актуальна тільки у межах одного окремо взятого землевласника.

б) Займана нерухомість містить у собі піделементи, нумерація піделементів літерним кодом актуальна в межах окремо взятої займаної нерухомості.

в) Піделементи елементів не містять.

г) Якщо в смузі газопроводу декілька разів зустрічається територія одного землевласника, якого може бути важко, або неможливо показати одним графічним елементом, то необхідно:

д) частини землевласника, які не мають спільних кордонів показати як окремих землевласників.

На виході отримують графічний матеріал (Рис.1) в якому відображують зону відторгнення вздовж трубопроводу, що показує індекс потенційного ризику для житлових районів у випадках кризових ситуацій.

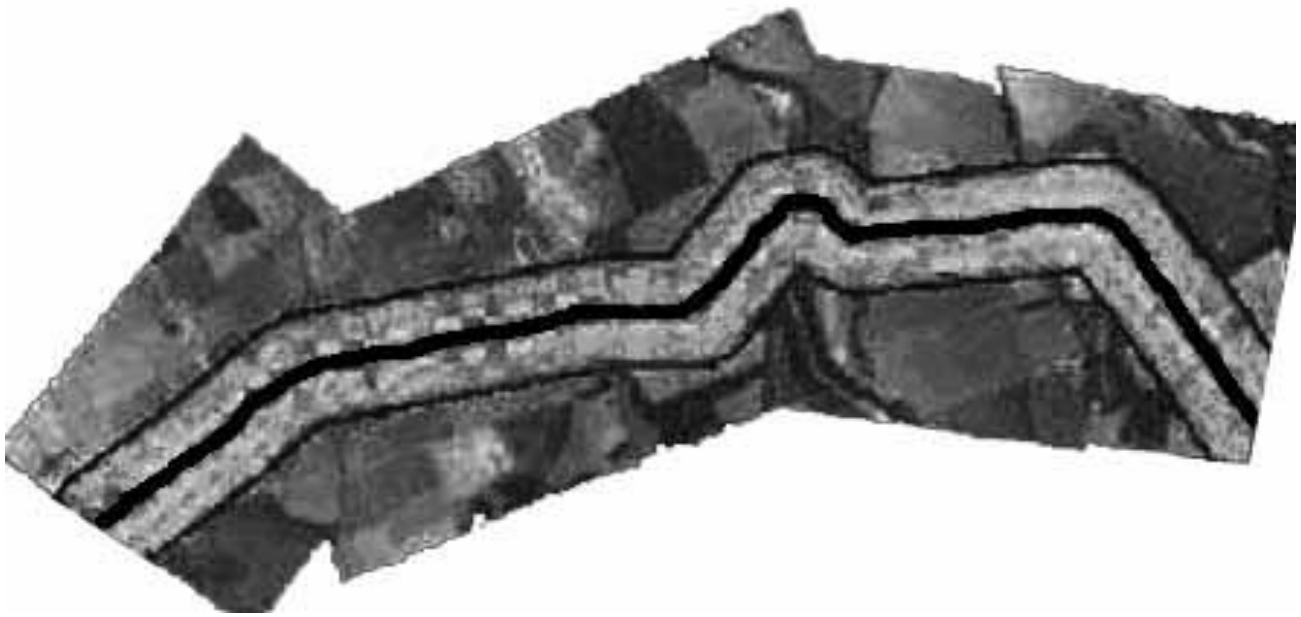


Рис.1. Маршрут трубопроводу, що накладається поверх прив'язаного до картографічних координат панхроматичного супутникового зображення.

Такі цифрові топографічні карти і плани, а також моделі рельєфу і місцевості є геоподосновой будь якої геоінформаційної системи. Інноваційні технології повітряного лазерного сканування та цифрові аерофотозйомки значно прискорюють процес створення цифрових карт. У той же час, високоточні тривимірні моделі складних інженерних споруд значно спрощують процес проектування їх реконструкції.

Таким чином, за результатами оцінки та моніторингу магістральних трубопроводів можна знизити рівень діючих напружень в трубопроводі і уникнути аварійної ситуації.

**Висновок.** Аналіз існуючих методів, добре розроблених методик картографічного забезпечення робіт з моніторингу вкрай необхідна, оскільки дозволить вирішити не тільки проблеми представлення даних, але і більш чітко структурувати самі роботи з моніторингу магістральних трубопроводів, істотно допоможе при вирішенні практичних і організаційних питань. Для проведення робіт на етапі будівництва це особливо важливо в зв'язку з інтенсивним впливом і частою зміною екологічного стану природного середовища.

### Література

1. Каргашин П.Е. Дисертація «Картографічне забезпечення екологічного моніторингу магістральних газопроводів». - Москва, 2009.

2. СНиП III.Д10-72 “Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ”.
3. Учебный курс. «Основы MicroStation V8 XM Edition». Москва-2008г.
4. Берлянт А.М. «Картография». - Москва?2002/

#### **Анотация**

Рассмотрены и проанализированы существующие методы и нормативные требования к картографо-геоинформационного обеспечения, картографического проектирования магистральных трубопроводов. Предложены рекомендации по более четкому структурированию картографических работ по мониторингу магистральных трубопроводов.

#### **Annotation**

Reviewed and analysed the existing methods and regulatory requirements for cartographic and GIS software, mapping the design of pipelines. Proposed recommendations for a clearer structuring of map of the monitoring of pipelines.