

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

**КОТИК ЗИНОВІЙ ОМЕЛЯНОВИЧ**



УДК 528.711

**ПРОБЛЕМИ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ МАГІСТРАЛЬНИХ  
ГАЗОПРОВІДІВ В ГІРСЬКИХ РАЙОНАХ КАРПАТ**

05.24.04 – кадастр та моніторинг земель

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Львів – 2004

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному університеті “Львівська політехніка” Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник** – доктор технічних наук, професор **Перович Лев Миколайович**, завідувач кафедри “Кадастр територій” Національного університету “Львівська політехніка”.

**Офіційні опоненти:**

заслужений працівник освіти України, доктор технічних наук, професор **Черняга Петро Гервазійович**, Український державний університет водного господарства та природокористування, декан факультету землеустрою і геоінформатики, завідувач кафедри землеустрою, геодезії та геоінформатики;

доктор технічних наук, професор **Гладких Ігор Іванович**, Одеська національна морська академія, завідувач кафедри гідрографії і морської геодезії.

**Провідна установа:**

науково-виробничий центр “Техдіагаз” НАК “Нафтогаз України”, м. Київ.

Захист відбудеться “3” листопада 2004 року о 10<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої Вченої ради Д 35 052 13 у Національному університеті “Львівська політехніка” за адресою: ауд. 518 II навч. корпусу, вул. Ст.Бандери, 12, м. Львів.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету “Львівська політехніка” за адресою: 79013, м. Львів - 13, вул. Ст. Бандери, 12

Автореферат розісланий “1” червня 2004р.

В. о. вченого секретаря спеціалізованої вченої ради

доктор технічних наук, професор



Т.Г. Шевченко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Реструктуризація народного господарства України, облік і оцінка землі, природних ресурсів та всієї виробничої інфраструктури вимагають суттєвого вдосконалення системи реєстрації та моніторингу вищевказаних об'єктів, розробки нових методів управління ними та раціонального використання. Повною мірою це відноситься до нафтогазового комплексу країни. Для вирішення цієї важливої народно-господарської проблеми необхідна повна і всестороння інформація про стан лінійної частини газопроводів, компресорних станцій, підземних сховищ газу, іпшу інфраструктуру тощо.

Карпатський регіон, а це шість держав Європи: Україна, Румунія, Угорщина, Словаччина, Чехія і Польща, найбільш насичений мережами нафтогазопроводів та інших комунікацій. Їх будівництво велося в різні періоди. Деякі з них перейшли критичну межу безпеки, а інші наближаються до неї. Проектування і будівництво в деяких пунктах було недостатньо обґрунтованим, не враховувались прилегли до мереж території використання земель в сільському та лісовому господарствах, недостатні інженерно-геологічні обстеження, про що свідчать зсуви на ділянках трас. Недостатньо вивчений вплив побудованих мереж на природне середовище, забруднення повітря, ґрунти, рослинний покрив та водний басейн.

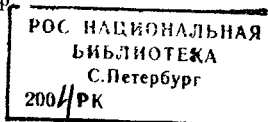
Протяжність магістральних газопроводів на теренах нашої держави близько 5000 км, з них 3000 км – це відгалуження від трас магістральних газопроводів.

У наш час необхідний зв'язок у вивченні (обґрунтуванні) технічного стану трас магістральних газопроводів (МГ) і розробки заходів по удосконаленню засобів з експлуатації цих мереж з урахуванням природних факторів.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Вирішення проблем визначення місць екстремальної негативної дії на об'єктах газового господарства є одним з найважливіших факторів забезпечення безпеки експлуатації газових мереж. Робота виконана в рамках державних, галузевих і науково-дослідних програм на підставі таких документів

1. Постанова Кабінету Міністрів “ Про подальший розвиток мережі газопостачання України”, № 456 від 4 02.1998 р

2. Постанова НАК “Нафтогаз України” “Про посилення контролю за роботою газопроводів і споруджень розташованих на них”, № 45 від 23 05 1998 р.



3 Рішення комісії з питань техногенно-екологічної безпеки і надзвичайних ситуацій “Про забезпечення стабільної роботи об’єктів життєзабезпечення і вживання заходів в екстремальних умовах” за № 1326 від 17.12.1997 р

Автор здійснював безпосереднє керівництво у виконанні госпдоговірної теми № 284 ПДП – 56 Національного університету “Львівська політехніка” “Інвентаризація земель і встановлення зовнішніх меж землекористування магістральних газопроводів ДУГ-І і ДУГ-ІІ Закарпатського УМГ”

**Мета і задачі досліджень.** Мета даної дисертації – розробка теоретичних засад та методології створення реєстраційної системи інвентаризації магістральних газопроводів

Для досягнення цієї мети передбачалось вирішення наступних задач

- вивчення і аналіз основних інвентаризаційних параметрів МГ;
- дослідження впливу природних факторів на безпеку експлуатації МГ та методологія їх інвентаризації;
- практична реалізація розроблених автором рекомендацій та пропозицій

*Об’єктом дослідження* є магістральні газопроводи та природно-територіальні комплекси (ПТК), які впливають на безпеку експлуатації магістральних газопроводів

*Предметом дослідження* є методологія побудови інвентаризаційної системи магістральних газопроводів, з врахуванням критеріїв їх безпечної експлуатації

*Методи дослідження* Розробка теоретично-методичних основ дисертації базується на основних положеннях, викладених у наукових працях П. П. Бородавкіна, І. І. Гладких, П. Г. Черняги, Л. М. Перовича, І. С. Суботіна, А. М. Третяка, А. Я. Сохничя, Д. І. Гнатковича та інших дослідників і в узагальненому аналізі законодавчих та нормативних актів України

Для досягнення поставленої в роботі мети використовувались методи системного аналізу, математичної статистики та експериментальних досліджень

**Наукова новизна одержаних результатів.** Якість і надійність — найважливіші вимоги до трубопровідного транспорту, що обумовлено всезростаючою потужністю і протяжністю газопроводів, прокладанням їх в труднодоступних районах і підвищеним вимогам до збереження довкілля.

У даний час недостатньо науково обґрунтована методика геодезичного забезпечення ведення інвентаризаційних робіт на великих газопроводах країни. Власне, для вирішення цієї задачі ще не існує відповідних наукових розробок

Маючи відповідну інформацію та застосовуючи сучасні електронні і космічні прилади, а також комп'ютерні технології, геодезична служба може вирішувати ряд задач, пов'язаних з інвентаризацією об'єктів транспорту газу

Для вирішення цієї проблеми автором розроблена технологія ведення геодезичних робіт, оснований на включенні в інвентаризовану систему нових джерел інформації, які мають важливий вплив на режим експлуатації магістральних газопроводів

Основні наукові досягнення, висунуті на захист

- розроблена методика проведення інвентаризації магістральних газопроводів в гірських районах з врахуванням критеріїв їх безпечної експлуатації;
- розроблена класифікаційна схема впливу природних джерел на якість експлуатації магістральних газопроводів;
- створена автоматизована інформаційна система, яка дозволяє використовувати інформацію як один із критеріїв безпечного управління магістральними газопроводами

**Практичне значення одержаних результатів.** Теоретичні дослідження автора, розроблена методика ведення моніторингу у лінійній частині магістральних газопроводів знайшли практичне застосування при інвентаризації лінійної частини магістрального газопроводу "Братерство" в гірських умовах Карпат. Розроблена методика дозволяє встановити не тільки кількісну характеристику, а й якість, тобто встановлює найбільш небезпечні зони експлуатації відповідно до розробленої автором класифікаційної системи.

Результати роботи впроваджені у виробничому об'єднанні ДП "Прикарпаттрансгаз" НАК "Нафтогаз України" при виконанні госпдоговірної теми №284 кафедрою інженерної геодезії і кадастру Національного університету "Львівська політехніка". в якій автор брав безпосередню участь

Результати поданої роботи можуть широко використовуватись при інвентаризації об'єктів нафтогазового комплексу, при виконанні кадастрових робіт і спостереженнях за деформаціями на аварійно небезпечних ділянках, особливо в гірських районах.

Отримані результати знайшли практичне застосування в навчальному процесі Національного університету "Львівська політехніка", Інституту управління природними ресурсами при підготовці фахівців за спеціальністю "Землеустроювання та кадастр", при Львівській філії інституту землеустрою Академії аграрних наук України, а також в Дочірньому підприємстві "Прикарпаттрансгаз" НАК "Нафтогаз України"

Впровадження в практику результатів дослідження підтверджується відповідними актами

#### **Особистий внесок здобувача.**

Виконані дослідження є результатом самостійної роботи автора над дисертацією в Національному університеті “Львівська політехніка”

Автору належать

- розробка методики проведення інвентаризації магістральних газопроводів у гірських районах;
- розробка класифікаційної системи впливу природних джерел на якість експлуатації магістральних газопроводів,
- створення автоматизованої інформаційної системи з інвентаризації магістральних газопроводів, яка дозволяє використовувати дану інформацію, як один із критеріїв безпечного управління магістральними газопроводами.

Розробки автора, які винесено на захист, дозволяють підвищити безпеку і надійність експлуатації газових мереж.

У роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать [1,3] постановка задачі, [2,5,6,7] участь у розрахунках та аналізі результатів, висновки

**Апробація результатів дисертації.** Результати роботи апробовані у ДП “Прикарпаттрансгаз” НАК “Нафтогаз України” магістрального газопроводу “Братерство” на ділянках Долина – Ужгород ДУГ – I, II (Торунь–Чинадієво) в гірських районах Карпат

Основні результати дисертаційної роботи доповідались на восьми міжнародних науково-практичних конференціях, зокрема

науково-практичній конференції “Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва в Україні” (4 квітня 1997 р., м. Львів),

I-й Міжнародній науково-практичній конференції “Кадастр, фотограмметрія, геоінформатика — сучасні технології та перспективи розвитку” (9-14 червня 1997 р., м. Львів),

Міжнародній науково-практичній конференції “Геодезичний моніторинг геодинаміка і рефрактометрія на межі ХХІ століття” (19-22 січня 1998 р., м. Львів),

Міжнародній науково-практичній конференції “Інженерна геодезія кадастр та моніторинг земель” (21-23 травня 1998 р., м. Львів);

науково-технічній конференції “Сучасні досягнення геодезії, геодинаміки та геодезичного виробництва” (1–3 квітня 1999 р., м Львів).

Міжнародній конференції “Тенеза, географія та екологія ґрунтів” (16–18 вересня 1999 р., м Львів);

2-й Міжнародній науково-практичній конференції “Кадасгр, фотограмметрія, геоінформатика – сучасні технології та перспективи розвитку” (жовтень, 2000 р., м Львів),

7-й Міжнародній науково-практичній конференції “Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва” (28–30 березня 2002 р., м Львів)

**Публікації.** Результати дисертаційної роботи відображені у семи друкованих працях (чотири із них у фахових виданнях).

Самостійно автором опублікована одна наукова праця і п'ять у співавторстві

**Структура та обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається з вступу, 4 розділів, заключних висновків, списку літератури з 90 найменувань, додатків загальним обсягом 135 друкованих аркушів. Текстова частина ілюструється 8 малюнками і 20 таблицями

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету завдання та методи досліджень, наведено основні наукові результати роботи та їх практичне значення. В роботі проводиться аналіз факторів природнього характеру та техногенного, які можуть призвести до порушення режиму роботи магістрального газопроводу. У вступі обґрунтовується і формулюється мета дослідження, викладаються шляхи її досягнення у вигляді вирішення конкретних задач

- провести аналіз безпеки експлуатації магістральних газопроводів,
- створити методику інвентаризації магістральних газопроводів з врахуванням впливу природних факторів на безпеку експлуатації, деформаційних характеристик трубопроводів,
- розробити комплексний метод визначення просторового положення інвентаризаційних об'єктів,
- розробити методику створення комп'ютеризованої інформаційної системи магістральних газопроводів,
- реалізувати виконані дослідження та розробки на практиці

Для досягнення зазначеної мети використовується діалектичний підхід, зокрема, метод індукції від часткового до загального, від вирішення окремих задач до узагальнення результатів і формування загальних закономірностей

У даний час необхідним є зв'язок у вивченні (обґрунтуванні) технічного стану трас магістральних газопроводів і розробки заходів по вдосконаленню засобів з експлуатації цих мереж з урахуванням природних факторів

У першому розділі **“Сучасний стан проблеми моніторингу лінійної частини магістральних газопроводів”** проведено загальний огляд конкретних особливостей лінійної частини магістральних газопроводів та причин аварійних ситуацій. На сьогодні відомі декілька напрямків, з яких ведуть спеціальні дослідження трубопроводів:

- з проблем теорії і практики конструктивної надійності та безпеки;
- в сфері організації принципів та контролю якості;
- функціонування в складних інженерно-геологічних умовах;
- охорони навколишнього середовища при будівництві та експлуатації тощо

Значний внесок в теорію та практику проектування будівництва та експлуатації магістральних газопроводів внесли вітчизняні та зарубіжні вчені Мазницький А.С., Бурак К.О., Биков Л.І., Айбіндер А.Б. та інші. Особливої уваги заслуговують дослідження Миллера Г.П., Петліна В.М., Білянюка В.І., в яких пропонується розглядати будівництво та експлуатацію магістральних газопроводів у взаємозв'язку з природно-територіальними комплексами

Проведений аналіз розподілу відмов лінійної частини магістральних газопроводів дозволив скласти відповідну діаграму (рисунк 1).



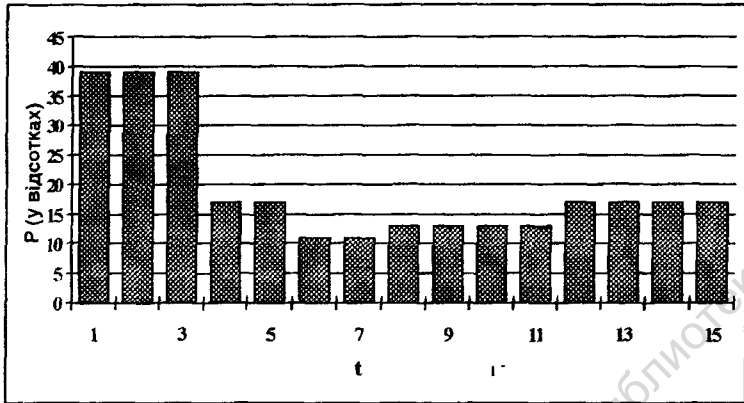


Рис. 1 Діаграма розподілу відмов лінійної частини магістральних газопроводів:

$P$  – відсоток відмов у році експлуатації;

$t$  – рік експлуатації.

З рисунка видно, що найбільше число відмов припадає на початковий період експлуатації трубопроводу 39% відмов від загальної кількості має місце в перші три роки експлуатації трубопроводів. У наступні вісім років проходить поступове зменшення числа відмов. Так, на 3-5 році від початку експлуатації число відмов складає 17%, на 5-7 - 11% і на 7-11 - 13%. На 11-15 році роботи трубопроводу число відмов зростає і досягає 17%.

Таким чином, по забезпеченню експлуатаційної надійності лінійної частини газопроводів найбільша увага повинна бути приділена в початковий період протягом перших п'яти років і на 11-15 році експлуатації.

Причинами відмов газопроводів, які є в експлуатації, можуть бути дефекти зварювальних робіт і експлуатації, корозія, вплив різних технологічних, епідогенних і екзогенних процесів та інші.

Встановлено, що структура відмов лінійної частини магістральних газопроводів по причинах розподіляється відповідно таким чином (табл.1).

Розподіл відмов лінійної частини газопроводів

Причина відмови	Відсоток відмов
Корозія	52,1
Дефект зварювання	18,3
Низька якість будівельно-монтажних робіт	14,1
Дефект труб	12,7
Низька якість експлуатації	1,4
Інші	1,4

Зауважимо, що корозія труб, зменшення якості експлуатації та інші відмови можуть бути викликані агресивністю навколишнього середовища (ендогенними, екзогенними та різними техногенними явищами і процесами) щодо ефективності використання магістральних газопроводів.

Аналіз експлуатації магістральних газопроводів дозволяє зробити висновок, що основними екзогенними та ендогенними процесами, які можуть призвести до порушення режиму роботи магістральних газопроводів, є землетруси, дія водних процесів та атмосфери, рух льоду та снігу, нестійкість схилів гірських масивів, викликана вирубкою лісу.

Поряд з цим ряд техногенних явищ може призвести до порушення режиму роботи магістральних газопроводів. Вплив основних техногенних факторів, які можуть призвести до порушення режиму експлуатації лінійної частини магістральних газопроводів, приведемо в таблиці 2.

Таблиця 2

Основні техногенні явища, які можуть призвести до порушення режиму роботи МГ

№ п/п	Техногенне явище, процес	Максимально допустимі величини
1	Кар'єри розробок корисних копалин (не ближче до осі трубопроводу, м)	350
2	Прокладання інших магістралей (не ближче, м): нафтопроводу шосейних доріг залізничних доріг ліній ЛЕП	200 250 250 висота опори плюс 10 м
3	Вібруючі об'єкти, насосні та перекачуючі станції (не ближче, м)	250
4	Зміна тиску газу в трубі газопроводу	1 – 7,5 МПа
5	Зміна температури в трубі газопроводу	Від – 30° до + 40° С

Таким чином, на основі аналізу досліджень встановлено, що поряд з інвентаризацією чисто технічних та технологічних об'єктів по трасі магістральних газопроводів слід робити інвентаризацію (реєстр) природних процесів та явищ, які можуть порушувати нормальний режим експлуатації газотранспортних систем. Тобто необхідний комплексний підхід до вирішення проблеми інвентаризації магістральних газопроводів, а це потребує вирішення низки науково-дослідних та практичних задач, а саме:

- розробки класифікаційної системи впливу природних факторів на безпеку експлуатації МГ,
- розробки технології геодезичного забезпечення інвентаризації технологічних об'єктів та природних процесів по трасі газопроводу,
- розробки комп'ютеризованої інформаційної системи реєстрації об'єктів інвентаризації,
- реалізації розроблених рекомендацій, висновків та положень на практиці

У другому розділі “Розробка класифікаційних ознак безпечності експлуатації магістральних газопроводів” зроблено якісну оцінку природних умов і ресурсів щодо їх стійкості та впливу на безпеку експлуатації магістральних газопроводів.

Увага акцентується на властивостях п'яти факторів, які відіграють основну роль у формуванні та просторовій поширеності динамічних природно-географічних процесів. Розроблена система кваліфікації (таблиця 3-7).

Таблиця 3

Класифікація гірських порід за “міцністю”

Категорія “міцності” (Р <sub>1</sub> )	Ступінь “міцності”	Порода	Коефіцієнт “міцності”	Бал (Б1)
I	Найвища – міцні	Базальти, граніт, залізні руди	20 – 10	1 – 3
II	Досить міцні	Пісковик, сланцеві пісковики	6 – 5	4 – 9
III	Середньої міцності	Вапняк, сланці, мергелі	4 – 3	10 – 20
IV	М'які породи	М'який сланець, затверділі глини, леси, м'яке вугілля	2 – 0,6	21 – 30
V	Сипучі та пливучі породи	Піски, насипний ґрунт, глинини	0,5 – 0,3	31 – 40

Таблиця 4

## Класифікація рельєфу за ухилом місцевості

Категорія рельєфу (P <sub>2</sub> )	Ухил місцевості	Бал (B <sub>2</sub> )
I	0° – 5°	1 – 3
II	6° – 20°	4 – 6
III	21° і більше	7 – 14

Таблиця 5

## Класифікація варіантів фітоценозів (рослинності)

Категорія (P <sub>3</sub> )	Варіанти фітоценозів	Бал (B <sub>3</sub> )
I	коринні	1 – 3
II	похідні	4 – 6
III	інші	7 і більше

Таблиця 6

## Класифікація гірських порід за хімічним складом (карбонатністю)

Категорія (P <sub>4</sub> )	Властивості компонентів	Бал (B <sub>4</sub> )
I	слабокарбонатні	1 – 3
II	середньокорбонатні	4 – 6
III	сильнокорбонатні	7 – 10

Таблиця 7

## Класифікація впливу вод за додатковою зволоженістю

Категорія (P <sub>5</sub> )	Властивості компонентів	Бал (B <sub>5</sub> )
I	частково зволожений	1 – 3
II	посійно зволожений	4 – 6
III	має вихід постійних водотоків	7 і більше

При проведенні комплексної якісної оцінки природних умов і ресурсів щодо їх стійкості пропонується визначати її як середнє зважене:

$$C = \frac{P_1 B_1 + P_2 B_2 + \dots + P_n B_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n}, \quad (1)$$

де: С – стійкість природних умов і ресурсів;

Р – категорія стійкості або (в нашому випадку) ваговий коефіцієнт;

В – бал

Використовуючи запропоновану класифікацію стійкості природних компонентів, можливо в процесі інвентаризації магістральних газопроводів визначити вплив цих факторів на безпеку експлуатації трубопроводів

Нами запропоновано при стійкості С=1-3 бали вплив природних факторів на магістральні газопроводи вважати сприятливими, при С= 4-6 – малосприятливими і при С=7 і більше - несприятливими.

З метою реалізації розробленої методики нами були проведені експериментальні дослідження траси магістрального газопроводу “Братерство” (ділянка Торунь – Чинадєво протяжністю більше 60 км) Отримані результати приведені в таблиці 8.

У процесі інвентаризації магістральних газопроводів пропонується виконувати паспортизацію феноменологічних особливостей дій кожного окремого природного явища Загальний вид паспорту представлений в таблиці 8.

Таблиця 8

**Паспорт феноменологічних особливостей природних явищ**

Явище	Характеристика явища		Опис явища	Прогностичні характеристики явища	
	Місцезнаходження			Можлива територія дії (площа)	
	Механізм збудження			Можливий період дії	
	Форма шляху			Гора року	Період доби
	Назва руху			Максимально можлива сила дії	
	Швидкість руху			Максимально можлива траєкторія дії	
	Сила дії			Максимально можлива швидкість руху	
	Час дії			Максимально можлива маса дії	

Наступною важливою проблемою при інвентаризації магістральних газопроводів є проблема визначення фактичного стану лінійної частини з врахуванням критеріїв безпеки його експлуатації, тобто в процесі інвентаризації можуть виникнути питання безпеки проведення інвентаризаційних робіт та видачі експрес-інформації щодо фактичного стану трубопроводу на предмет його надійної експлуатації. Однією з таких характеристик є визначення стрижки прогину трубопроводу, тобто відхилення осі трубопроводу від його початкової проектного положення.

Критичне значення стрижки прогину трубопроводу внаслідок дії цілого ряду негативних факторів запропоновано обчислювати за формулою

$$f = \frac{2}{\pi} l \sqrt{\frac{R_2}{F}}, \quad (2)$$

де:  $f$  – прогин трубопроводу,

$l$  – довжина деформованої зони трубопроводу,

$R_2$  – максимальний радіус кривизни напруженого стану труб;

$F$  – площа перетину стінок трубопроводу,

$\pi$  – постійна величина

Із формули (2) випливає, що для заданого сортаменту труб величина стрижки прогину прямо пропорційно залежить від величини деформованої зони  $l$ .

Третій розділ роботи **“Інженерно-геодезичні роботи при інвентаризації лінійної частини магістральних газопроводів”** присвячений комплексному вирішенню питань геодезичного забезпечення інвентаризації технологічних об’єктів магістральних газопроводів та природних факторів, які впливають на режим їх роботи.

За аналогію з методами побудови геодезичних мереж в інженерній геодезії нами запропонована двохступенева побудова опорних геодезичних мереж для комплексної інвентаризації магістральних газопроводів. Розрахунок точності побудови ступенів геодезичного обґрунтування проводять за формулою:

$$K = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{m_o}{m_{\text{вим}}}\right)^2 - 1}} \quad (3)$$

де:  $m_{\text{вим}}$  – сумарні середньоквадратичні помилки вимірювань,

$m_o$  – загальна середня квадратична помилка,

$K$  – кількість ступенів побудови геодезичного обґрунтування.

На першому етапі будують геодезичну мережу відомими методами (GPS, полігонометрії тощо), яка забезпечує картографування транспортних коридорів в масштабі 1:2000.

Другий етап забезпечує картографування природних чинників (зсувів, карстів, ерозійних проявів тощо), які впливають на режим експлуатації магістральних газопроводів, а також зникання ділянок трас трубопроводів при переході через штучні та природні перешкоди (автомобільні дороги, залізничні колії, водні перешкоди, яри) в масштабі 1:1000. 1 500

Для закріплення опорної геодезичної основи на трасі газопроводів запропоновано спеціальна конструкція геодезичних знаків

При побудові геодезичних мереж у гірських районах для картографування природних чинників та штучних перешкод ефективним стає метод сумісного визначення координат і висот пунктів, який поєднує в собі методи світловіддалемірної полігонометрії та тригонометричного нівелювання з застосуванням флюктуаційного методу визначення кутів вертикальної рефракції

Кут рефракції флюктуаційним методом запропоновано визначити за формулою

$$\delta''_{\beta} = \delta''_{\beta H} + 0,05 \sigma''_{max} L^{1/2} h_e^{-1/2}, \quad (4)$$

де:

$\delta''_{\beta H}$  — кут рефракції при нейтральній температурній стратифікації.

$h_e$  — еквівалентна висота візирного променя;

$L$  — довжина траси;

$\sigma''_{max}$  — флюктуація кута приходу

Кут рефракції при нейтральній температурній стратифікації обчислюють за формулою

$$\delta''_{\beta H} = 8,13 \frac{P}{T^2} L (\gamma_A + \gamma_a'), \quad (5)$$

де:  $P$  — атмосферний тиск,

$T$  — абсолютна температура;

$\gamma_a'$  — градієнт температури в вологому повітрі

Значення  $\gamma_a'$  вибирають з таблиці за даними значень температури  $t$  і вологості насиченого повітря  $E$

Дослідження показали, що при використанні даної методики точність визначення висот пунктів може досягати точності геометричного нівелювання III, IV класів

У четвертому розділі “Практична реалізація теоретичних розробок” були проведені експериментальні дослідження по впровадженню теоретичних положень автора. Експеримент був виконаний на ділянці траси газопроводу “Братерство” загальною протяжністю більше 60 км. За запропонованою автором методикою побудована опорна геодезична основа та зроблена класифікація ділянок траси газопроводу за станом стійкості природних факторів (таблиця 9).

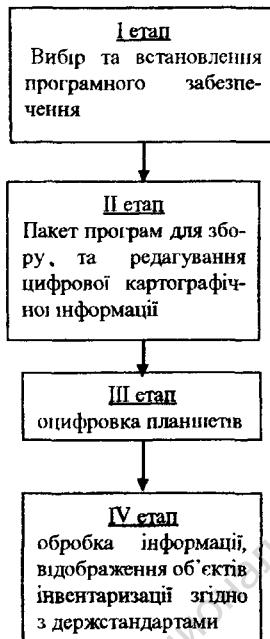
Таблиця 9

**Класифікація ділянок траси газопроводу “Братерство”  
на ділянці Торунь – Чинадієво за станом стійкості**

Категорія стану стійкості	Умовні бали	Кілометри траси газопроводу	Якісна оцінка
Спійкі	C=1-3	64; 68; 75; 76; 78; 79; 81-83, 85-88; 90; 104; 107, 108, 111	Сприятливі
Умовно-спійкі	C=4-6	65-67; 70-72; 77; 89; 91; 97; 99; 102, 105; 106; 109; 110	Малосприятливі
Неспійкі	C=7 і більше	62; 63; 69; 73; 74; 84; 103; 112	Несприятливі

У цьому ж розділі поданий алгоритм створення ПС – по трасі магістрального газопроводу “Братерство”. який може бути з успіхом застосований на інших трасах магістральних нафто- та газопроводів. Він складається з чотирьох етапів (складання програми, технологічний процес, виробничий процес, заключний процес) (рисунок 2).





**Рис. 2. Структурно-логічна схема розробки ГІС для інвентаризації об'єктів магістральних газопроводів**

**1 ЕТАП** передбачає встановлення та налагодження необхідного програмного забезпечення.

Встановлено на головний комп'ютер мережеву операційну систему Windows NT Server 4 0 для нормальної роботи мережі згідно з архітектурою клієнт/сервер

**2 ЕТАП** включає розробку оптимальної технологічної схеми з оцифровки карти. Скорочена версія DIGITAL 1 3 для збору та редагування цифрової картографічної інформації для дигітайзера портативного DIGITAL 1 3 Digital for Windows 32 bit, Beta – програма, яка призначена для збору та редагування цифрової картографічної інформації, EASY TRACE 5.1 WIN 95 / NT – програма для векторизації растрових зображень; Microstation, Intergraf MGE – пакет програм, призначених для збору та редагування цифрової картографічної інформації

У третьому етапі проводили безпосереднє оцифрування планшетів у два етапи:

- сканування (за програмою Deskscan з роздільною здатністю 600dpi, 1біт на піксел та записувалось у форматі PCX);
- векторизація векторних зображень (робилось у програмі Easy Trace)

4 ЕТАП включає редагування, обробку оцифрованої інформації та її аналіз (редагування та оформлення векторної цифрової карти виконано в середовищі Microstation, Intergraf MGF, яке надає розширені можливості по роботі з векторними зображеннями), роботу по редагуванню та оформленню цифрової карти виконано для 60 планшетів магістрального газопроводу “Братерство”, для розробки в середовищі Microstation. Intergraf MGF умовних позначень та знаків, згідно з держстандартами, виконано креслення умовних позначень

## ВИСНОВКИ

Виконані в роботі дослідження та аналіз відмов магістральних газопроводів вказують на необхідність комплексної інвентаризації технічних об'єктів лінійної частини газопроводів та низки природних факторів, які можуть впливати на безпеку експлуатації газотранспортних систем. Все це потребувало аналізу, дослідження та розробки методології ведення інвентаризаційних робіт по трасах магістральних газопроводів.

Методика ведення інвентаризаційних робіт на лінійній частині магістрального газопроводу дозволяє встановити не тільки кількісну характеристику, а й якісну, тобто встановлює найбільш небезпечні зони експлуатації відповідно до розробленої автором класифікаційної системи.

Основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи:

1. Розроблена комплексна методика проведення інвентаризації технічних та технологічних об'єктів магістральних газопроводів, а також природних чинників, які впливають на безпеку їх експлуатації.
2. Розроблена класифікаційна система впливу природних джерел на якість експлуатації магістральних газопроводів.
3. Досліджена точність сумісного визначення планових координат та висот пунктів на основі світловіддалемірної полігонометрії та тригонометричного півелювання з застосуванням флуктуаційного методу визначення кутів вертикальної рефракції.
4. Розроблено комп'ютеризовану інформаційну систему, яка використовується при інвентаризації магістральних газопроводів.

5. На основі геодезичних даних створено спеціальну автоматизовану геоінформаційну систему, яка сприятиме використанню цієї інформації як одного із критеріїв безпечного управління магістральними газопроводами

6 Результати роботи апробовані у ДП “Прикарпаттрансгаз” НАК “Нафтогаз України” магістрального газопроводу “Братерство” на ділянці Долина – Ужгород ДУГ- І. II протяжністю більше 60 км, в гірських районах Карпат

7 Результати поданої роботи використовуються при інвентаризації об’єктів нафтогазового комплексу, виконанні кадастрових робіт і при спостереженнях за деформаціями на аварійно небезпечних ділянках, особливо в гірських районах

### СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Колос А.-Ю С., Котик З.О Створення знімального обґрунтування при інвентаризації магістральних газопроводів // Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва в Україні. – Львів. Ліга –Прес,1997 – С. 135-139.
- 2 Перович Л.М., Котик З.О., Рудко В.О Ефективність використання порушених земель в зонах транспортування газу // Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва в Україні – Львів Ліга –Прес, 1999.– С.195-197.
- 3 Колос А.-Ю С., Котик З.О Деякі особливості закладання пунктів геодезичної основи по трасі магістральних газопроводів при їх інвентаризації // Матеріали Міжнар наук практ конф “Геодезичний моніторинг, геодинаміка і рефрактометрія на межі ХХІ століття” – Львів ДУ “Львівська політехніка”. 1998 – С. 27-29
- 4 Котик З.О До питання дослідження впливу природних факторів на безпеку експлуатації магістральних газопроводів // Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва — Львів Ліга–Прес. 2002 – С.193 – 196.
5. Перович Л.М., Котик З. О Мелодика інвентаризації магістральних газопроводів з врахуванням деформації трубопроводів // Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва — Львів. Ліга-Прес, 2002 — С. 197-198.
6. Колос А.- Ю С., Котик З.О, Шкурченко Ю.В Особливості складання цифрових планів під час моніторингу лінійної частини магістральних газопроводів //Геодезія, картографія і аерофотознімання – 2001 - Вип 60 – С. 85-86
- 7 Джуман Б.М., Котик З.О., Перович І.Л Комплексний метод визначення координат і висот пунктів полінометрії // Геодезія, картографія і аерофотознімання – 2003 - Вип 62 . – С. 26-28.

## АНОТАЦІЯ

**Котик З. О. Проблеми інвентаризації магістральних газопроводів у гірських районах Карпат. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05 24 04 – Кадастр та моніторинг земель – Національний університет “Львівська політехніка” Львів, 2004

Дисертацію присвячено питанням інвентаризації лінійної частини магістральних газопроводів в гірських районах Карпат (на прикладі газопроводу “Братерство”)

Для вирішення цієї проблеми автором розроблена технологія ведення геодезичних робіт, оснований на включенні в інвентаризовану систему нових джерел інформації, які мають важливий вплив на режим експлуатації магістральних газопроводів

Розробки автора апробовані на конкретних реальних об'єктах і знайшли промислове впровадження при проектуванні, будівництві і експлуатації магістральних газопроводів, що дозволило значно підвищити ступінь їх безпечної експлуатації

Ключові слова: інвентаризація, магістральні трубопроводи, лінійна частина магістрального газопроводу, геоінформаційна система

## АННОТАЦИЯ

**Котык З. О. Проблемы инвентаризации магистральных газопроводов в горных районах Карпат. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05 24 04 – Кадастр и мониторинг земель – Национальный университет “Львовская политехника”. Львов, 2004

В диссертации рассматриваются вопросы инвентаризации линейной части магистральных газопроводов в горных районах Карпат (на примере газопровода “Братство”)

Для решения этой проблемы автором разработана технология выполнения геодезических работ, основанная на включении в инвентаризационную систему новых источников информации, которые имеют важное влияние на режим эксплуатации магистральных газопроводов

Разработки автора опробованы на конкретных реальных объектах и нашли промышленное внедрение при проектировании строительстве и эксплуатации магистральных газопроводов, что позволило в значительной мере повысить их безопасную эксплуатацию

Ключевые слова инвентаризация, магистральные трубопроводы, линейная часть магистрального газопровода, геоинформационная система

#### ANNOTATION

**Kotyk Z.O. Problems of taking of inventory arterial gas in the mountain districts of Carpathians. – Manuscript.**

Dissertation on competition of graduate degree of candidate of engineering sciences on speciality 05 24 04 – Cadastre and land monitoring – National university “Lvivska politechnika”, Lviv. 2004.

Questions of taking og inventory linear part of arterial gas pipelines in the mountain districts of Carpathians are considered in dissertation (on example of the gas pipeline “Fraternity”).

For the decision of this problem by author technology of implementation of geodesic works, based on the inclusion in the taking of inventory system of new information generators, which carry important weight on the mode of exploitation of arterial gas pipelines is developed.

Developments of author are tested on the concrete real objects and found the industrial introduction in case of planning, building and exploitation of arterial gas pipelines, that allowed to promote to a great extent their safe exploitation.

Key words: taking of inventory, arterial truboprovodi, linear part of arterial gas pipeline, geoinformatsionnaya system.

Из фондов Российской национальной библиотеки

Підписано до друку 25 05 2004 р  
Формат 60x84 1/16 Папір офсетний  
Друк на ризографі Умовн друк арк 1,4 Обл-видав арк 1,0  
Вид № 12 Тираж 150 прим Зам 33

Видавництво (КВП) „Край”,  
вул Гидвальна, 3, 79000, м Львів  
Свидѣцтво держреєстру ДК № 1414

Виддруковано в видавництва ТзОВ „Камула”,  
вул Гидвальна, 3, 79000, м Львів  
Свидѣцтво держреєстрації ДК № 1258

Из фондов Российской национальной библиотеки

РНБ Русский фонд

2004-4

13023

Из фондов Российской национальной библиотеки