

# Актуальні питання нафтогазової галузі

УДК 621.642.37

## СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ БУДІВНИЦТВА ПІДЗЕМНИХ СХОВИЩ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В УКРАЇНІ

Р.М. Говдяк

ТОВ «ІК «Машекспорт», Україна, 04655, м. Київ, Кудрявський узвіз, 7,  
тел. (044) 4980273, e-mail: office@ik-te.com

*Розглянуто перспективу будівництва сучасних підземних сховищ природного газу у кам'яній солі. Результати аналізу свідчать про переваги підземних сховищ у солі порівняно зі сховищами у пористих структурах: менші терміни будівництва та введення в експлуатацію, відсутність втрат газу, менші об'єми буферного газу, хороша маневреність та можливість залпової видачі великих об'ємів газу. Перспективним є будівництво підземних сховищ в кам'яних солях Закарпатського соленосного басейну дасть змогу підвищити надійність транзиту газу в Європу, а також проводити комерційні операції по додаткових поставках при піковому попиті, реверсі газу з Європи при спотовій торгівлі газом компаній в умовах європейського газового ринку.*

Ключові слова: підземне сховище, газовий ринок, спотова торгівля, кам'яна сіль.

*Рассмотрена перспектива строительства современных подземных хранилищ природного газа в каменной соли. В результате анализа показаны преимущества подземных хранилищ в соли по сравнению с хранилищами в пористых структурах: меньшие сроки строительства и ввода в эксплуатацию, отсутствие потерь газа, меньшие объемы буферного газа, хорошая маневренность и возможность залповой выдачи больших объемов газа. Перспективно строительство подземных хранилищ в каменных солях Закарпатского соленосного бассейна, которое позволит повысить надежность транзита газа в Европу, а также проводить коммерческие операции по дополнительным поставкам при пиковом спросе, реверсе газа из Европы при спотовой торговле газом компаниями в условиях европейского газового рынка.*

Ключевые слова: подземное хранилище, газовый рынок, спотовая торговля, каменная соль.

*The perspective of modern underground natural gas storages building in salt rock has been considered. The analysis results show the following advantages of underground storages in salt compared to storages in porous structures: smaller construction and commissioning time, no gas leakage, smaller buffer gas volumes, good maneuverability, and ability of salvo issuing of large gas volumes. Construction of underground storages in salt rocks of the Transcarpathian Basin is perspective because it will provide an opportunity to improve the reliability of gas transit to Europe and conduct commercial transactions under conditions of extra supplies during peak demand, gas reverse from Europe under conditions of spot gas trading with companies at the European gas market.*

Key words: underground storage, gas market, spot trading, salt rock.

Газотранспортна система України (ГТС) має одну з найпотужніших у світі систем підземних сховищ газу (ПСГ), що є важливим показником і фактором надійності постачання природного газу. Сьогодні вона складається з 13 ПСГ в так названих «пористих структурах» - вироблених в нафтогазових родовищах (11) і водоносних пластах (2).

ПСГ в Україні були введені в експлуатацію, в основному, в кінці 60-х – середині 80-х років 20-го століття для забезпечення надійності як внутрішнього газопостачання, так і експорту російського природного газу в Європу [1].

Максимальна добова продуктивність 13 експлуатованих ПСГ становить 254 млн. м<sup>3</sup> (проектна – 393 млн. м<sup>3</sup>). Загальний обсяг ПСГ – 62,3 млрд. м<sup>3</sup>, активний об'єм – понад 32 млрд. м<sup>3</sup>. Встановлена потужність дотискних КС – близько 540 МВт.

Слід зазначити, що Україна посідає перше місце у світі за співвідношенням активного об'єму ПСГ і обсягу власного споживання газу – близько 40%, тоді як в Росії – 15%, Італії – 26%, Франції – 29%.

Система українських ПСГ, будучи невід'ємною частиною ГТС, може виконувати наступні функції:

- закачування і зберігання газу протягом весняно-літнього періоду з метою видачі його в осінньо-зимовий період українським споживачам;

- закачування і зберігання транзитного газу ВАТ «Газпром» і газу європейських споживачів;

- створення резерву для додаткової подачі газу споживачам у разі екстремального пониження температури або в разі аномально холодних зим;

- балансування газу в газотранспортній системі;

- створення оперативного та довгострокового страхового запасу на випадок переривання газопостачання та інших екстремальних ситуацій у зв'язку з аваріями, стихійними лихами і т.п. [3].

Технічні характеристики ПСГ наведено в таблиці 1.

Стабільна робота українських ПСГ підтримується завдяки комплексу профілактичних, діагностичних і ремонтних робіт.

З метою міжнародного співробітництва в галузі транспортування енергетичних матеріалів і продуктів в 1998 р. Україна приєдналася до європейського Договору про Енергетичну Хартію, основні положення якого стосуються транзиту енергоносіїв, це [2,3].

Приєднання України до Договору енергетичної Хартії та вступ до енергетичного співтовариства країн Південно-Східної Європи дасть змогу їй взяти участь у впровадженні цільової моделі газового ринку ЄС, яка є заключною стадією процесу лібералізації європейського ринку природного газу. Відповідно до цієї моделі в ЄС планується створити в остаточному підсумку єдину наднаціональну мережу поставок газу з вільною конкуренцією між постачальниками і повністю ринковим ціноутворенням за принципом спотових угод, тобто короткострокових біржових угод на постачання наявних у продавця об'ємів газу [4]. Для цього Україні насамперед необхідно модифікувати своє газове законодавство за європейським зразком.

Прикладом диверсифікації поставок природного газу в Україну по реверсу з Європи через Польщу є спотова угода (контракт) між НАК "Нафтогаз" та німецькою компанією RWE Supply & Trading. Контрактом передбачається постачання 1,4 млрд. кубометрів газу на рік з 01.11.2012 р. з можливим збільшенням обсягу поставок до 4-5 млрд. кубометрів.

Разом з вищевказаним слід зазначити, що для створення єдиного європейського ринку потрібні значні капіталовкладення в додаткові мережі, що забезпечать вільне постачання газу у всьому регіоні або країні і нові сховища.

Розглядаючи перспективи України щодо участі в розвитку єдиного газового ринку Європи, слід зазначити, що її 13 ПСГ в пористих структурах є недостатньо маневреними при за-

безпеченні поставок за спотовими угодами в силу технічних можливостей такого геологічного типу сховищ. Це пов'язано з тим, що всі існуючі ПСГ в пористих структурах в Україні не можуть гасити короточасні піки споживання через винесення піску і пластової води при великих дебітах технологічних свердловин, що потребує громіздких споруд для сепарації і осушення газу.

Порівняльний аналіз свідчить, що підземні сховища природного газу у вигляді штучних каверн в кам'яній солі за своїми характеристиками перевершують ПСГ в пористих структурах і вирізняються: меншими термінами будівництва і введення в експлуатацію; відсутністю втрат газу; меншими обсягами буферного газу; можливістю залпової видачі великих обсягів газу; швидким переходом з режиму закачування на режим видачі; відсутністю виносу з газом піску і пластової води [5].

Зазначимо, що в світі є понад 550 ПСГ. За геологічними структурами вони розподіляються наступним чином: у відібраних нафтогазових родовищах – 425; у водоносних структурах – 83; у покладах кам'яної солі – 39; у відпрацьованих гірничих виробках – 3 [5].

В Україні є три підземних сховища в кам'яній солі для зберігання нафтопродуктів міністерства оборони колишнього СРСР [6].

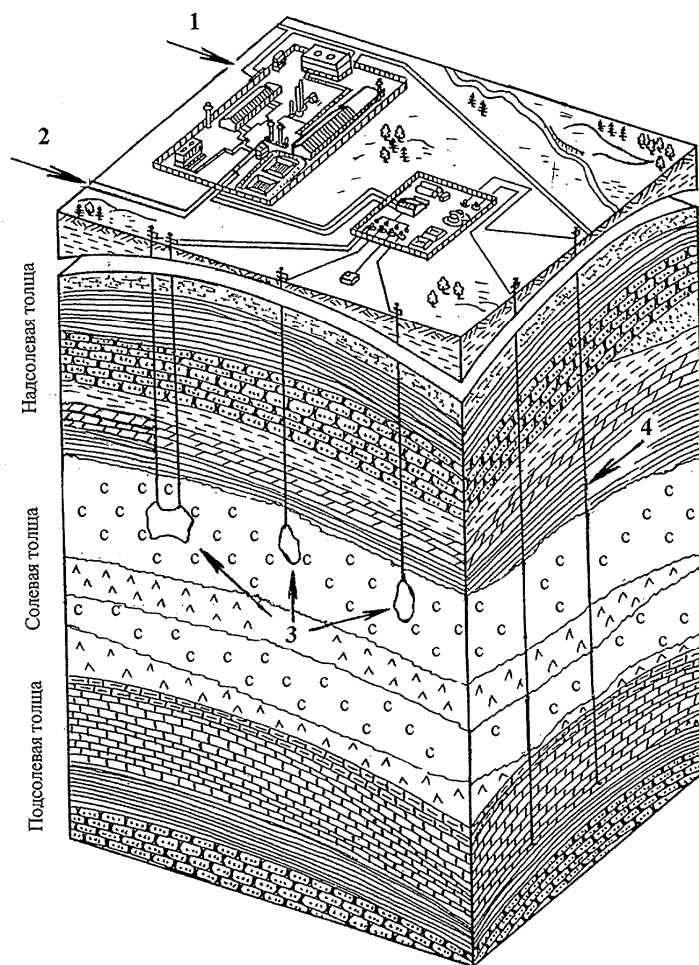
Сучасні світові тенденції будівництва ПСГ свідчать, що значна частина нових ПСГ створюються в родовищах кам'яної солі. Так, у США в період 1966-2000 рр. вводом в експлуатацію цього типу сховищ було забезпечено 26% приросту всього обсягу активного газу і 60% збільшення максимального добового відбору газу. У Німеччині в цей період весь приріст активного об'єму газу компанії «Рургаз» було здійснено за рахунок ПСГ у відкладеннях кам'яної солі. У Польщі створюється ПСГ активним обсягом 1,15 млрд м<sup>3</sup> і добовим відбором газу 55 млн.м<sup>3</sup>/доб. У Росії прийнятою Концепцією розвитку ПСГ до 2015 року передбачено створення 10 сховищ такого типу [7].

ПСГ в солях дають змогу здійснювати залпові видачі газу до 1,5 млн м<sup>3</sup> в добу з одного підземного резервуара (через одну свердловину). Максимальний тиск в соляних ПСГ, як правило, вище, ніж в пористих структурах, а об'єм активного газу досягає 80% від загального в підземному резервуарі. Циклічність навантаження таких ПСГ може досягати 20 циклів на рік. Обсяги ПСГ в солях обмежуються потужністю пластів кам'яної солі, площею її поширення і, як правило, не перевищують 0.8-1.0 млрд м<sup>3</sup> (рис.1).

Довгий час вважалося, що ПСГ в пористих структурах забезпечує сезонні піки споживання, а ПСГ в кам'яній солі - добові. Останнім часом відзначається стійка тенденція збільшення частки ПСГ в кам'яній солі в забезпеченні і сезонних поставок газу, тобто зближення обсягів зберігання в них газу зі зберіганням в пористих структурах [8].

Таблиця 1 – Технічні характеристики ПСГ [1]

№ з/п	Назва ПСГ	Хто обслуговує	Який регіон обслуговує	Рік створення	Максимальна добова продуктивність млн м <sup>3</sup> /добу	Загальний об'єм газу (млрд. м <sup>3</sup> )	Робочий (активний) об'єм газу (млрд. м <sup>3</sup> )	Максимальний пластовий тиск, кгс/см <sup>2</sup>	Фонд експлуатаційних свердловин	Потужність КС, МВт
1.	Більче-Волицько-Угерське (16 горизонт)	Львівтрансгаз	Транзит	1983	90	32,1	17,6	52,1	341	321,9
2.	Угерське (14-15 горизонт)	Львівтрансгаз	Транзит	1969	20	3,7	1,8	72,6	89	22,3
3.	Дашавське	Львівтрансгаз	Транзит	1973	25	5,3	2,2	58,7	99	37,8
4.	Опарське	Львівтрансгаз	Транзит	1969	20	4,8	2,1	70,1-89,0	75	30,9
5.	Богородчанське	Прикарпат-трансгаз	Транзит	1979	46	3,4	2,3	107,0	156	20,6
6.	Солохівське	Київтрансгаз	Північні області	1987	9,9	2,0	1,2	87,0	81	11,0
7.	Олишівське	Київтрансгаз	Київ та обл.	1964	2,5	0,7	0,3	70,0	40	5,2
8.	Кегичівське	Київтрансгаз	Центральні області	1988	8,5	1,3	0,7	168,0	52	18,9
9.	Червонопартизанське	Київтрансгаз	Київ та обл.	1968	12,5	3,0	1,5	58,0	67	14,3
10.	Пролетарське	Харків-трансгаз	Південні області	1986	8,2	2,0	1,0	73-114,5	114	18,9
11.	Красноповське	Донбас-трансгаз	Донбас	1973	4,4	0,8	0,4	51,2	40	7,8
12.	Вергунське	Донбас-трансгаз	Донбас	1987	3,0	0,9	0,4	148,0	73	12,4
13.	Глібовське	Чорномор-нафтогаз	Крим	1983	4,0	1,4	0,5	42,1	84	16,3
	Всього				254	62,3	32,0	-	1310	538,5



1 – наземний комплекс; 2 – підвідні трубопроводи;  
3 – підземний комплекс; 4 – скидні свердловини [8]

**Рисунок 1 – Підземне сховище в кам'яній солі**

Оптимальною є наявність в газотранспортній системі ПСГ і в пористих структурах, і в кам'яній солі.

В Україні, крім існуючих ПСГ в пористих структурах, підземне сховище в солях може бути побудовано в західному регіоні в Верхньо-Струтинському родовищі кам'яної солі, розвіданому в 1977-81гг. для цих цілей і розташованому в 9 км на південний схід від м.Долина. Потужність пластів кам'яної солі дає змогу споруджувати тут підземні резервуари об'ємом до 200-300 тис.м<sup>3</sup>. Максимальний тиск газу в них може досягати 12 МПа. Будівельні розсоли можуть бути передані Долинському солевиварювальному заводу.

У Закарпатській області України є досить великий солоносний басейн. Родовища кам'яної солі тут розроблялися ще з давніх часів. В даний час діюча соледобувна шахта розташована в с. Солотвино.

Через Закарпатську область, перетинаючи солоносну площу, проходить ряд експортних газопроводів. Створення тут ПСГ дають можливість не тільки підвищити надійність поставок газу в європейські країни, але й проводити комерційні операції за додатковими постачаннями при піковому попиту, а також за спото-

вою торгівлею газом. Все це ставить Україну в ряд повноцінних торгових партнерів на європейському газовому ринку. Розміщення ПСГ в максимальній близькості до споживачів дасть можливість із максимальним ефектом здійснювати ці операції.

Соленосна площа Закарпаття вивчена в геологічному відношенні цілком задовільно для вибору ділянок розміщення ПСГ.

Геологічні умови солоносної площі дасть можливість споруджувати в Закарпатті не лише підземні сховища газу, але і моторних палив і зріджених газів. На деяких, нижче описаних ділянках можна споруджувати комплексні сховища.

Сприятливі геологічні умови спорудження підземних сховищ природного газу (при сучасному рівні геологічної вивченості соляної товщі Закарпаття) є на наступних ділянках: Свалявська, Залужська, Іршавська, Данилевська і Тереблянська. Глибини залягання товщ кам'яної солі та інтервал їх залягання по перерахованих ділянках наведено в таблиці 2.

Крім охарактеризованих ділянок можливе виявлення й інших ділянок, в межах солоносної площі Закарпаття.

Таблиця 2 – Глибина залягання товщ кам'яної солі

Найменування ділянки	Потужність соляної товщі, м	Глибина залягання «від» – «до», м	Ступінь вивченості
Свалявська	274	1047-1321	одна глибока свердловина
Залужська	400	750-2000	шість глибоких свердловин
Іршавська	160-870	1072-2170	дві глибокі свердловини
Данилевська	150-500	500-1500	три глибокі свердловини
Тереблянська	300-500	500-1300	детальна розвідка

Потужність соляних товщ на охарактеризованих ділянках дають змогу споруджувати підземні резервуари з одиничним обсягом 300-500 тис. мл, що зробить ПСГ максимально економічним. Площі соленосних ділянок дають можливість створювати будь-яку потрібну кількість підземних резервуарів. Розміщення їх за вільною, променевою системою дасть змогу уникнути відчуження значних земельних ділянок, як це буває при розміщенні підземних резервуарів по правильній геометричній сітці.

Глибини залягання соляної товщі дають можливість створювати в підземних резервуарах тиск 15-17 МПа, що дає змогу зберігати в кожному резервуарі максимальну кількість газу.

При викладених характеристиках ПСГ будуть й економічними і маневреними.

Магістральні газопроводи, що побудовані на Закарпатті перетинають соленосну площу або проходять поблизу її (рис.2). Газопровід відвід від ГРС «Санаторій Карпати» Угорщина проходить безпосередньо через Залужську соляну структуру. Магістральний газопровід «Союз» проходить в 5 км від Данилевської, 3 км від Іршавської та 2 км від Залужської соленосних структур. Газопровід Долина-Ужгород-Держжордон проходить безпосередньо через Свалявську соленосну структуру. Сприятливе взаєморозташування газопроводів і соленосних структур не потребують значних витрат на газопроводи-відводи ПСГ.

Враховуючи розвинену річкову мережу в Закарпатті, проблем з водопостачанням будівництва ПСГ не передбачається. Можлива організація підземних водозаборів з використанням, в тому числі, і мінералізованих вод.

Для закачування розсолів в глибокі поглинаючі горизонти (скидання) можливе використання піщаних горизонтів сарматських відкладів, що залягають в прогнутах ділянках на глибинах 750-1000 і більше метрів.

Для цього сприятливі і новоселицькі туфи, підстилаючі соленосну Тереблянську світу. Потужність цих туфів 300-700 м. Їх пористість досягає 10-15%.

Для утилізації розсолів економічно і доцільно споруджувати сільзавод солі «Екстра».

Сіль «Екстра» є високоліквідним продуктом, тому через 2-3 роки, кошти, вкладені в сільзавод, окупляться і подальше будівництво ПСГ може здійснюватися за рахунок прибутку від реалізації солі.

Другою сприятливою ділянкою Закарпатського соленосного басейну для будівництва ПСГ на трасі Богородчани-Ужгород є Данилевська солянокупольна структура, розташована в 12 км на південний схід від м. Хуст в районі залізничної станції Сокирниця. Потужність кам'яної солі і площа її розповсюдження дає можливість спорудити підземні резервуари об'ємом 300-400 тис.м<sup>3</sup>. Максимальний тиск в підземних резервуарах може досягати 10-15 МПа.

Пропонується в загальному підсумку розмістити 20 резервуарів ємністю по 300 тис.м<sup>3</sup>, при цьому загальний обсяг газу в сховищах при тиску 10 МПа складе 670 млн.м<sup>3</sup>, з них активний – 530 млн.м<sup>3</sup>. Добова видача може досягати 90 млн.м<sup>3</sup>.

## Висновки

ГТС України має одну з найпотужніших в світі систем ПСГ, що є важливим показником надійності транзиту природного газу в Європу, а також газозабезпеченням внутрішніх споживачів. Їх стабільність підтримується завдяки комплексу профілактичних, діагностичних і ремонтних робіт.

Разом з тим підземні сховища газу розміщені по території України нерівномірно, використовують близько половини свого робочого об'єму та не являються маневреними для роботи в умовах європейського газового ринку.

Для підвищення надійності газозабезпечення зовнішніх і внутрішніх споживачів передбачається модернізація існуючих ПСГ. Перспективно будівництво ПСГ в кам'яних солях Закарпатського соленосного басейну, яке дозволить підвищити надійність транзиту газу в Європу, а також проводити комерційні операції по додатковим поставкам при піковому попиті і реверсі газу із Європи при спотовій торгівлі.

Це ставить Україну в ряд повноцінних торговельних партнерів на європейському газовому ринку.

## Література

1 Энергетические ресурсы и потоки / Под ред. А.К.Шидловского. – К.: Украинские энциклопедические знания, 2003. – 468 с.

2 Договор к энергетической Хартии. – 1994.



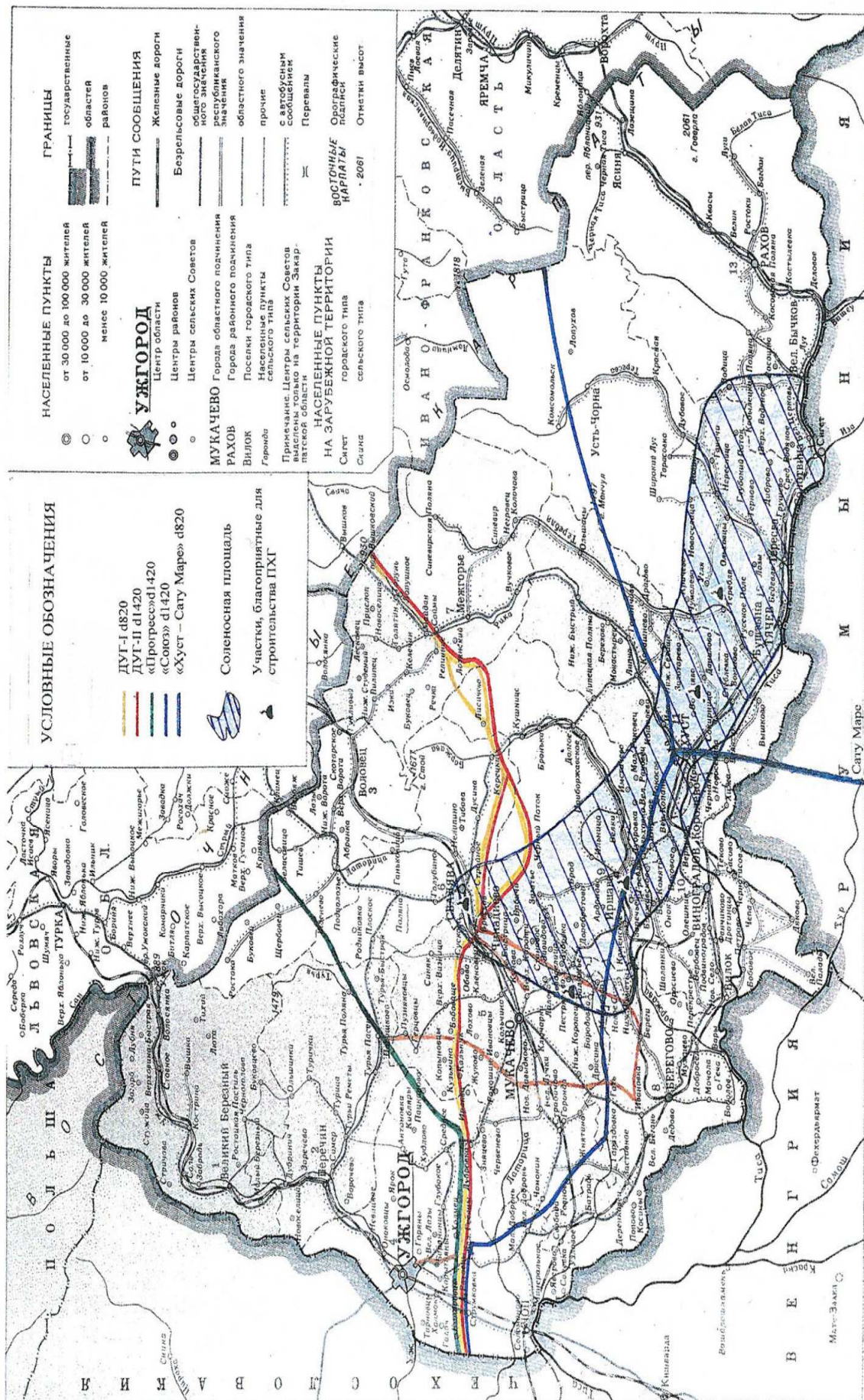


Рисунок 2 – Карта магистрального газопроводу Закарпаття

3 Говдяк Р.М. Європейська Енергетична Хартія – гарант безпечного і надійного транзиту природного газу в Європу газотранспортною системою України / Р.М. Говдяк, І.М. Калапунь, Б.І. Шелковський // Праці Міжнародної конф. «Енергетична безпека Європи. Погляд у ХХІ століття. – Київ: Українські енциклопедичні знання. – 2001.

4 Тарнавский В. Евросоюз готовится к созданию единого газового рынка. – UAenergy.com.ua

5 Говдяк Р.М. Сравнительный анализ эффективности подземных хранилищ газа в пористых структурах и в каменной соли / Р.М. Говдяк, Л.К. Дубровский, Ю.А. Нечаев // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2006. – №1. – С.66-69.

6 Енергоекологічна безпека нафтогазових об'єктів / [Говдяк Р.М., Семчук Я.М., Шелковський Б.І. та ін.]. – Івано-Франківськ: Лілея-НВ, 2007. – 556 с.

7 Мазур И.И. Безопасность трубопроводных систем / И.И. Мазур, О.М. Иванцов. – М.: Элима, 2004. – 1098 с.

8 Говдяк Р.М. Проектирование и строительство подземных сооружений в каменной соли (Обзор) / Р.М. Говдяк, Ю.А. Нечаев // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2005. – №1. – С.52-58.

*Стаття надійшла до редакційної колегії  
03.09.13*

*Рекомендована до друку  
професором Семчуком Я.М.  
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)  
професором Шелковським Б.І.  
(Українська нафтогазова академія, м. Київ)*