



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ГАЗОХРАНИЛИЩ

Постолатий В.М.<sup>1</sup>, Берзан В.П.<sup>1</sup>, Быкова Е.В.<sup>1</sup>, Алказ В.Г.<sup>2</sup>, Слюсарь Б.С.<sup>2</sup>, Исичко Е.С.<sup>2</sup>, Богдевич О.П.<sup>2</sup>, Федотова Э.О.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт энергетики АН М, <sup>2</sup> Институт геологии и сейсмологии АН М,

<sup>3</sup> ОАО «Газпром ВНИИГАЗ»

**Аннотация** Проведен многофакторный анализ подземных структур и выявлены наиболее подходящие из них для создания на территории Молдовы подземных хранилищ газа. Определены предварительные потенциальные места расположения таких структур и даны рекомендации по проведению дальнейших работ и обоснованию их использованию для ПХГ с учетом сложившейся структуры расположения потребителей газа и газовых сетей.

**Ключевые слова** : подземное хранилище газа (ПХГ), геологические структуры

## LOCATION DETERMINATION OF A POTENTIAL UNDERGROUND GAS STORAGE

Postolaty V.<sup>1</sup>, Berzan V.<sup>1</sup>, Bykova E.<sup>1</sup>, Alkaz V.<sup>2</sup>, Slusari B.<sup>2</sup>, Isicico E.<sup>2</sup>, Bogdevici O.<sup>2</sup>, Fedotova E.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Power Engineering of Academy of Sciences of Moldova,

<sup>2</sup>Institute of Geology and Seismology of Academy of Sciences of Moldova,

<sup>3</sup> «GazpromVNIIGAZ»

**Abstract.** A multivariate analysis of underground structures and identify the most appropriate ones to build on the territory of Moldova underground gas storages. Pre-identified potential locations of such structures and recommendations for further work on and rationale for UGS with the existing structure of the location of gas consumers and gas networks.

**Keywords:** underground gas storage (UGS), the geological structures

## DETERMINAREA LOCURILOR DE AMPLASARE A REZERVUARELOR POTENȚIALE DE GAZE SUBTERANE

Postolati Vitali<sup>1</sup>, Berzan Vladimir<sup>1</sup>, Bicova Elena<sup>1</sup>, Alkaz Vasile<sup>2</sup>, Slusari Boris<sup>2</sup>, Isicico Eugen<sup>2</sup>, Bogdevici Oleg<sup>2</sup>, Fedotova Eleonora<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institutul de Energetica al AȘM, <sup>2</sup> Institutul de Geologie și Seismologie al AȘM,

<sup>3</sup> "Gazprom VNIIGAZ"

**Rezumat.** O analiză multivariată a structurilor subterane și de a identifica cele mai adecvate pentru a construi pe teritoriul de depozite de gaze subterane Moldova. Pre-a identificat locații potențiale ale unor astfel de structuri și recomandări pentru continuarea lucrărilor privind justificarea și pentru UGS cu structura existentă a locației de consumatori de gaze și a rețelelor de gaze.

**Cuvinte cheie:** Depozit subteran de gaze naturale (UGS), structurile geologice

### ВВЕДЕНИЕ

Определение мест размещения резервных мощностей подземных хранилищ газа (ПХГ) является одним из главных вопросов создания ПХГ. При рассмотрении материалов геологических разработок, выполненных ранее, накопленных и обработанных данных о подземных геологических структурах, учитывался ряд требований, которым они должны удовлетворять как потенциальные для закачки и удержания при заданных параметрах природного газа.

Целью настоящей работы является изложение результатов предварительного анализа имеющихся

материалов и определения потенциальных возможных мест приемлемых подземных структур и основных показателей, характеризующих эти подземные структуры, в которых возможно создание ПХГ на территории Молдовы.

### ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВОЗМОЖНЫХ МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ МОЩНОСТЕЙ ПХГ

На выбор оптимального места расположения объектов ПХГ оказывают влияние следующие факторы:

- удаленность от крупного потребителя;
- газотранспортная система;
- назначение резервов газа в ПХГ согласно их классификации;
- геологические условия.

Наиболее крупными потребителями природного газа в Молдове являются гг. Кишинев, Тирасполь, Бендеры и Бельцы (рисунок 1):

г. *Кишинёв* — столица и наиболее крупный город Республики Молдова, экономический и культурный центр. Основными отраслями, составляющими экономику данного региона, являются машиностроение и металлообработка, производство стройматериалов, продукции лёгкой и пищевой промышленности. В столице проживают более 660 тысяч человек.

г. *Тирасполь* является вторым по численности населения городом Молдовы. Промышленное производство является одной из главных функций города. В г. Тирасполь развиты легкая, пищевая промышленность и электротехническое машиностроение. Базой промышленности являются Молдавская ГРЭС, «Тираспольтрансгаз», ГИПП «Типар» и другие предприятия. Необходимо отметить тот факт, что Молдавская ГРЭС является одной из крупнейших тепловых станций подобного типа на европейском континенте. В связи с тем, что доля энергетических предприятий составляет 42% в отраслевой структуре потребления природного газа Республики Молдова, а наличие такой крупной ГРЭС может говорить о формировании в этом регионе значительного объема неравномерности в топливопотреблении.

г. *Бендеры* - главный порт на реке Днестр, крупнейший железнодорожный узел железной дороги. В городе работают 88 государственных предприятий, из которых 57 - промышленных, представленных лёгкой, пищевой, электротехнической, машиностроительной, строительной и другими отраслями.



Рис.1.Административная карта Республики Молдова

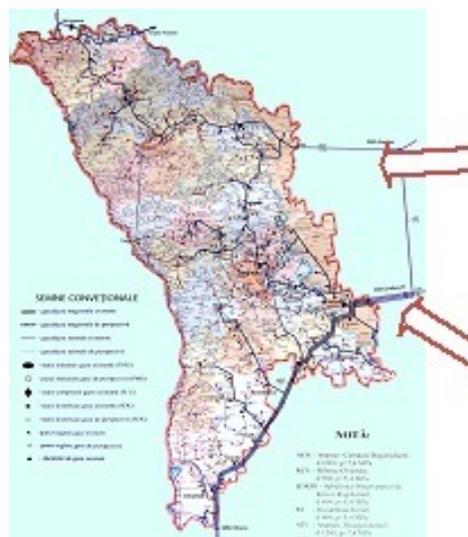


Рис. 2. Газотранспортная система Республики Молдова

г. *Бельцы* — крупный промышленный центр. В городе функционирует 40 предприятий пищевой и лёгкой промышленности, электротехнического и сельскохозяйственного машиностроения, по производству стройматериалов и другие отрасли. г. Бельцы является экономическим и культурным центром северного региона и третьим по населенности (после гг. Кишинёв и Тирасполь).

В настоящее время снабжение всех вышеперечисленных потребителей природным газом осуществляется по двум направлениям (рисунок 1):

- 1) через магистральные газопроводы Ананьев – Черновцы - Богородчаны (АЧБ), Рыбница-Кишинев (РК) и отвод Олишкань - Сахарна (ОС) с подключением к международным магистральным газопроводам Прогресс, Союз, Уренгой – Помары - Ужгород, а также ПХГ Богородчаны (Украина);
- 2) через газопровод Одесса - Кишинев с подключением к международным транзитным газопроводам Раздельная-Измаил (РИ), Шебелинка – Днепропетровск - Кривой Рог - Измаил (ШДКРИ), Ананьев – Тирасполь - Измаил (АТИ).

В соответствии с существующей региональной системой газоснабжения оптимальным местом расположения ПХГ является район г. Тирасполь. Однако в данном районе не выявлено подходящих для создания объектов ПХГ геологических структур. В связи с этим были рассмотрены другие возможные места размещения объектов ПХГ.

Институтом Геологии и Сейсмологии Академии Наук Молдовы было рассмотрено несколько потенциальных объектов для создания ПХГ (таблица 1), из которых наиболее подходящими для создания ПХГ являются структуры Вауреи и Чиселиа (рисунок 3). Потенциальный активный объем данных структур удовлетворяет потребности в резервных мощностях для газоснабжающей системы Молдовы к 2030 году в размере 1,2 млрд. м<sup>3</sup>.

Предварительный расчет объемов газа в рассматриваемых структурах выполнялся объемным методом. Этот расчет и обеспеченность информацией

геологических структур использовались для их ранжирования по степени пригодности для дальнейшего изучения. Объемный метод базируется на данных о геологических границах распространения залежи, характере порового пространства и соответствующем пластовом давлении. Формула для подсчета запасов газа объемным методом имеет следующий вид [3]

$$V = F \cdot h \cdot m \cdot p \cdot f \cdot a$$

где V - запас газа [м<sup>3</sup>];

F- площадь продуктивного контура газоносности [м<sup>2</sup>];

h - мощность пористой части газоносного пласта [м];

t - коэффициент пористости;

p - среднее абсолютное давление в залежи [кгс/см<sup>2</sup>];

f- поправка на температуру для приведения объема газа к стандартной температуре:

tst = 20 градусов С;

tpl - пластовая температура;

T - абсолютная температура, равная (-273);

a - коэффициент газонасыщенности.

Сведения о площади и мощности продуктивного пласта брались по геологическим данным, структурным картам и разрезам. При построении структурных карт и разрезов использовались данные бурения скважин, разные виды электрического и радиоактивного каротажа, исследования кернов, испытания пластов и др. Пористость и содержание

связанной воды определялись обычными методами, а также методами промысловой геофизики.

В нашем случае, когда продуктивный пласт представлен чередованием коллекторных и неколлекторных разновидностей осадочных пород, при подсчетах запасов газа приходилось пользоваться величиной эффективной мощности, обратно пропорциональной степени неоднородности коллекторских свойств продуктивного пласта. Ввиду отсутствия достоверных сведений о пластовой температуре коллекторов, температура для них вычислялась с помощью среднего геотермического градиента (0.03 град/м).

В таблице 1 приведены также активные объемы газа, принимаемые за половину емкости каждого ПХГ.

Размещение мощностей ПХГ в данном регионе позволит повысить безопасность газоснабжения не только потребителей южных регионов Республики Молдова, но и, в случае наступления чрезвычайных обстоятельств, сможет обеспечивать надежность транзитного потока газа. Необходимо отметить, что существует возможность поставки газа из данных ПХГ (при использовании недозагруженных мощностей ГТС) в центральную часть страны наиболее крупным потребителям, в том числе в столицу Республики – г. Кишинёв.

**Таблица 1. Параметры наиболее перспективных структур для строительства ПХГ в Республике Молдова.**

№ п/п	Наименование структуры-ловушки	Тип ловушки	Средняя глубина кровли коллектора, м	F, млн. м <sup>2</sup>	h <sub>эф</sub> , м	m, %	p, атм.	a	t <sub>пл</sub> , град	f	Объем ПХГ, млн. м <sup>3</sup>	Активный объем ПХГ, млн. м <sup>3</sup>
1	Киоселия - А	Пластовый	890	27,13	31	10,6	92	0,5	37	1.07	4396	2198
2	Киоселия - Б	Пластовый	990	17,02	47	13,0	103	0,5	40	1.09	5815	2908
3	Баурчи - А	Массивный	800	10,79	41	7,5	83	0,5	34	1.06	1458	729
4	Баурчи - Б	Массивный	1620	10,63	26	7,5*	166	0,5	59	1.18	2034	1017
5	Алуату	Пластовый	1440	6,16	18	7,5*	145	0,5	53	1.15	693	347
6	Рошу	Массивный	840	5,5	22	7,3	86	0,5	35	1.06	404	202
7	Котихана	Массивный	490	5,38	8	22,0	50	0,5	25	1.02	241	121
8	Казаклия	Массивный	820	37	50	16,0	90	0,5	37	1.07	14279	7140

Для реализации указанных целей – создания и эффективного использования ПХГ необходимо дальнейшее развитие газовых сетей высокого давления и создание всей инфраструктуры ПХГ. Возможно, будут уточнены места размещения ПХГ, однако территориально вероятнее всего они будут находиться в местах, указанных в таблице 1.

Ситуационный план размещения существующих газопроводов был показан на рис. 2; 3, а также на рис.4.. Как можно видеть, все указанные возможные расположения ПХГ находятся вблизи от магистральных транзитных газопроводов. Поэтому решение вопросов о новых газопроводах должно быть увязано с наличием уже существующих газовых сетей, а также их режимами.

Размещение мощностей ПХГ в данном регионе позволит повысить безопасность снабжения не только потребителей Республики Молдовы, но и, в случае

чрезвычайных обстоятельств, сможет обеспечивать надежность транзитного потока газа. Необходимо отметить, что существует возможность поставки газа из данных ПХГ (при использовании недозагруженных мощностей ГТС) в центральную часть страны наиболее крупным потребителям городов и населенных пунктов Молдовы.



Рис.3. Размещение мощностей ПХГ

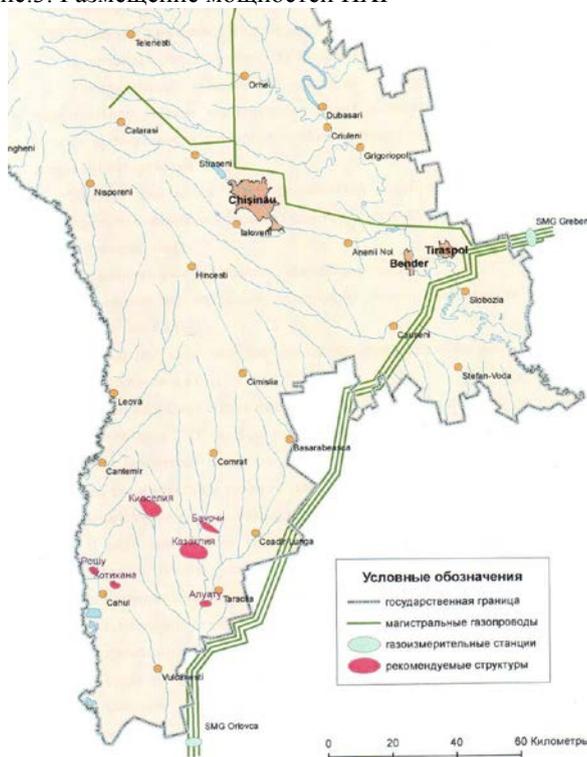


Рис 4. Карта расположения рассматриваемых объектов ПХГ

## ВЫВОДЫ

Для повышения надежности газоснабжения потребителей Молдовы необходимо, наряду с другими мероприятиями, создать подземные хранилища газа.

По предварительным оценкам, из восьми рассмотренных потенциальных мест наиболее подходящим местом размещения мощностей ПХГ

являются структуры Baurci и Chioselia на юге Республики. Потенциальный активный объем структур удовлетворяет прогнозным показателям спроса на резервные мощности ПХГ к 2030 году.

Окончательный вывод о месте размещения ПХГ может быть сделан только после проведения детальных геологоразведочных работ (ГРР) и качественного сравнительного анализа полученных материалов.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Подземное хранение газа в Единой системе газоснабжения, Москва, «Недра», 1992 г.;
- [2]. Атлас Молдавской ССР. Академия наук Молдавской ССР, Отдел географии. Главный редактор канд. географ. наук В.Е. Прока. Изд-во: Главное управление Геодезии и картографии при СМ СССР, Москва, 1978. 131 с. ил.
- [3]. Методические указания по определению технологически необходимых безвозвратных потерь газа при создании и эксплуатации газохранилищ в пористых пластах. "ВНИИГАЗ", "Газпром", Москва 1996.

## Сведения об авторах

**Постолатий В.М.**, гл.н.с., академик, доктор хабилитат технических наук. Область научных интересов: энергетические системы, проблемы передачи энергии, режимы энергетических систем, переходные электромеханические процессы, электрические станции, теплоэнергетика, экономика энергетики, вопросы управления энергетическим комплексом.

**Берзан В.П.** директор Института Энергетики АНМ, доктор хабилитат технических наук, специалист в области электроэнергетики, электрических машин и аппаратов, управления энергетическим комплексом, составлении прогнозов и планирования развития энергетического сектора.

**Быкова Е.В.**, вед. н.с., доктор технических наук. Профессиональные интересы находятся в области исследования и анализа общих проблем энергетики, методологии расчета и мониторинга индикаторов энергетической безопасности страны (региона); в области применения современных технологий производства электрической и тепловой энергии.

**Алказ В.Г.** Директор Института Геологии и Сейсмологии АНМ, доктор хабилитат, специалист в геофизике, сейсмологии инженерной сейсмологии, а также оценке рисков от опасных геологических процессов.

**Слюсарь Б.С.**, ведущий научный сотрудник Института Геологии и Сейсмологии АНМ, доктор геологии, специалист в общей геологии.

**Исичко Е.С.**, ведущий научный сотрудник Института Геологии и Сейсмологии АНМ, специалист в геофизике, инженерной сейсмологии, ГИС технологиям.

**Богдевич О.П.**, зам директора по науке Директор Института Геологии и Сейсмологии АНМ, доктор в геологии, специалист в инженерной-геологии, геохимии окружающей среды

**Федотова Э.О.**, ОАО «Газпром ВНИИГАЗ», заведующая сектором, специалист в проектировании подземных газовых хранилищ и технико-экономических расчетов.