

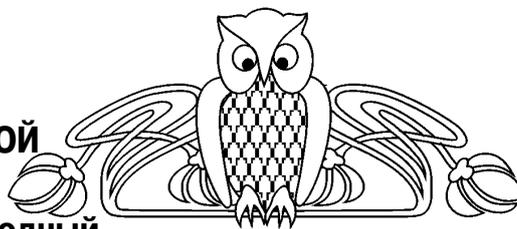


Библиографический список

1. Ковалевич В. М. Каменная соль высаливания в миоценовых галогенных отложениях Восточного Предкарпатья. Киев, 1977.
2. Ковалевич В. М. Физико-химические условия формирования солей Стебникского калийного месторождения. Киев, 1978.
3. Жеребцова И. К., Золотарева В. А., Пантелева О. Д. Геохимические особенности формирования соленосных отложений в северной части Приволжской моноклинали // Физико-химические закономерности осадконакопления в солеродных бассейнах. М., 1986.
4. Московский Г. А., Гончаренко О. П. Основные черты геохимии кунгурского галогенеза в западной части Прикаспийской впадины (по включениям в минералах). Деп. в ВИНТИ 16.11.1989. № 4072-В90. 198 с.

УДК (550.83+550.84):553.98

ГАЗОВЫЕ ПОЛЯ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ КРУПНЫХ ГЕОСТРУКТУРНЫХ БЛОКОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ (по региональному профилю Уварово-Свободный, Саратовская область)



О. К. Навроцкий*, Г. И. Тимофеев**, И. А. Титаренко**,
Ю. А. Писаренко**, А. И. Диброва**, Е. В. Глухова**

*Саратовский государственный университет

E-mail: nitaran@mail.ru

**Нижне-Волжский НИИ геологии и геофизики, Саратов

В статье рассматриваются особенности результатов комплексирования газометрической съемки и сейсморазведки по региональному геофизическому профилю на территории, охватывающей ряд крупных геоструктурных блоков юго-восточной части Русской платформы: Воронежскую антеклизу, Рязано-Саратовский прогиб и западную часть Жигулевско-Пугачевского свода. В отобранных пробах газа с глубины 2 м определены метан, его гомологи, водород и гелий. В газовых аномалиях отразились разломная тектоника и геоструктурные элементы, которые представляют нефтепоисковый интерес.

Ключевые слова: газометрическая съемка, сейсморазведка, газовые аномалии, геоструктурные блоки, разрывная тектоника, лицензионная привлекательность.

**The Gas Poles in Conjunction Zones of the Large
Geostructural Blocks of Complex Structure in the South-
Eastern Part of the Russian Platform (within the Regional
Uvarovo-Svobodnyi Track, Saratov Region)**

О. К. Navrotckii, G. I. Timofeev, I. A. Titarenko,
Yu. A. Pisarenko, A. I. Dibrova, E. V. Glukhova

The article considers the **features** of the gasometric survey and seismic exploring results on the regional geophysic profile in

5. Московский Г. А., Гончаренко О. П. Пермский галогенез Прикаспия : в 2 ч. Ч. 2. Гидрохимия заключительных стадий и условия постседиментационных преобразований солей. Саратов, 2004.
6. Петриченко О. И. Включения в минералах как источник информации об условиях солеобразования // Геология и полезные ископаемые соленосных толщ. Киев, 1974.
7. Московский Г. А., Гончаренко О. П., Свидзинский С. А., Писаренко Ю. А. Пермский галогенез Прикаспия : в 2 ч. Ч. 1. Гидрохимия галитовой стадии. Саратов, 2003. 59 с.
8. Валяшко М. Г. Геохимические закономерности формирования месторождений калийных солей. М., 1962.
9. Московский Г. А. О неустойчивости гидрохимического режима галогенеза при переходе от галитовой стадии к калийной // Геологические науки-97 : тез. докл. науч. конф. геол. фак. и НИИ геологии Саратовского ун-та. Саратов, 1997.

territory of the large geostructural blocks on south-eastern part of Russian platform: Voronezh anticline, Rjazano-Saratov's deflection and Zhiguljov-Pugachov deflection. It selected testes of gas from 2m depth there are metan, its gomologes, hydrogen, gelium. In gas anomalies the fractured tectonic and geostructured elements reflected. Its presents the oil-gas prospecting interest.

Key words: gasometric survey, seismic exploration, gas anomalies, geostructural blocks, frachured tectonic, license appeal.

В настоящей работе описаны результаты комплексных геохимических и геофизических исследований по региональному широтному профилю Уварово-Свободный (протяженность 370 км.) и ряду субмеридиональных расщелин (общая протяженность 290 км.). Целью исследований было уточнение геологического строения территории, выявление особенностей распределения углеводородов, гелия и водорода в приповерхностных отложениях, повышение лицензионной привлекательности к нераспределенному фонду недр в пределах неизученной северной и западной частей Саратовской области.

Необходимо отметить, что подобное комплексирование в региональном плане в пределах указанной территории проводилось впервые (рис. 1).

В тектоническом плане профиль захватил три крупных геоструктурных элемента: Воронежскую антеклизу, Рязано-Саратовский прогиб и западную часть Жигулевско-Пугачевского свода.

Геофизические работы по профилю Уварово-Свободный определили и уточнили геологическое

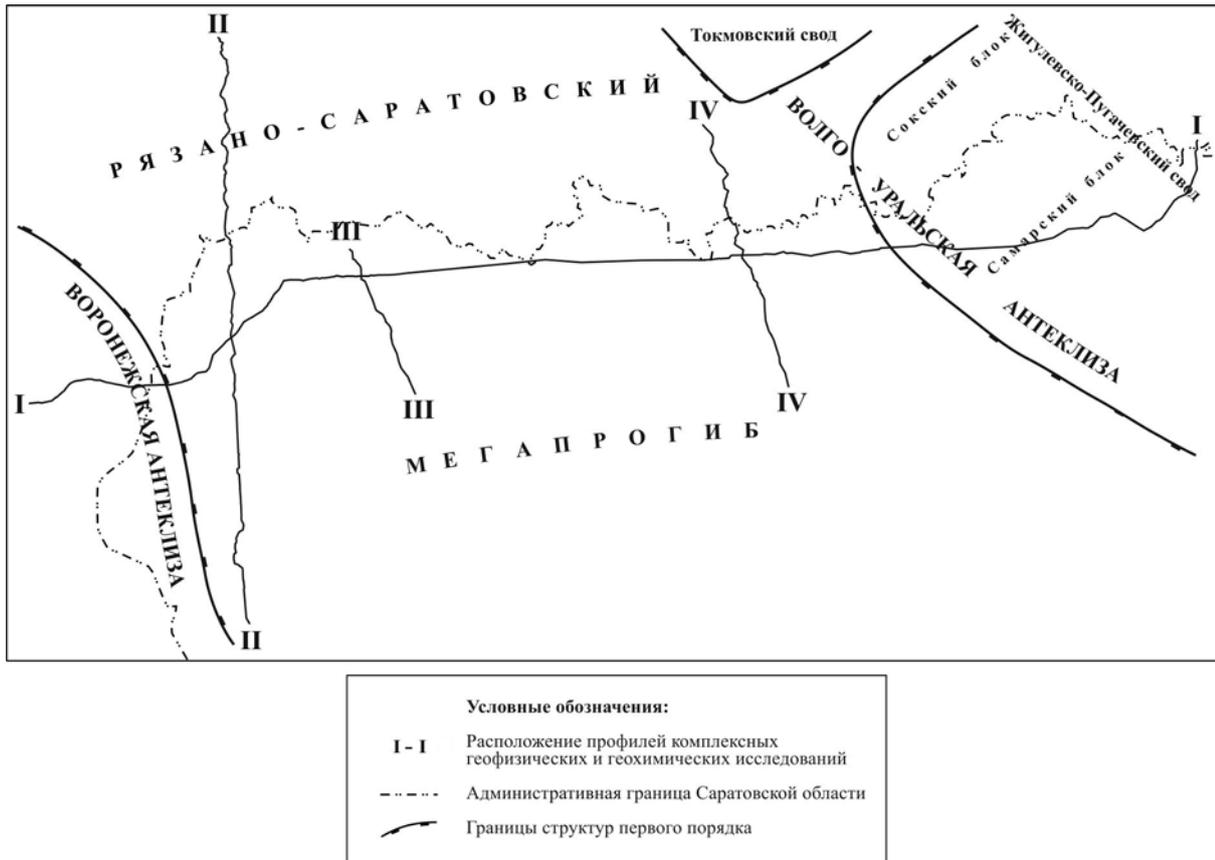


Рис. 1. Обзорная карта района работ

строение территории, а газометрическое зондирование выявило особенности газового поля в пределах профиля, отражающие разрывную тектонику и зоны возможного нефтегазонакопления.

Следует отметить, что представление о недостаточной эффективности приповерхностной газовой съёмки для решения нефтегазопроисловых задач, особенно на региональном этапе, разделяется не всеми исследователями. По результатам таких работ в различных регионах СССР было показано, что над продуктивными структурами содержание тяжелых углеводородных газов (ТУВГ) зачастую оказывается выше, чем над «пустыми» [1].

Газометрическая съёмка, сопровождающая сейсморазведку, заключалась в бурении неглубоких (до 2 м) скважин, отборе газовых проб и их последующем анализе в лабораторных условиях.

Привязка пунктов наблюдения (геохимических скважин) проводилась по пикетам, установленным геодезической службой

Саратовской геофизической экспедиции. В местах отсутствия пикетов по техническим причинам (пашня, скошенные поля подсолнухов и др.) привязка осуществлялась по топографическим картам масштаба 1: 200000.

Расстояние между скважинами 1,0 – 1,5 км в зависимости от природного ландшафта.

В установленных на местности пунктах газовых наблюдений проводилось бурение скважин.

Оно выполнялось шнековым инструментом с диаметром бура 33 мм до глубины 2 м.

Скважины каптировались специальным трубчатым пробоотборником и тампонировались в верхней части (не менее 20–30 см от забоя) приготовленным густым глинистым раствором для предотвращения поступления в нее воздуха при последующих операциях.

Все операции с отбором газовых проб выполнялись с помощью водяного насоса из рабочего (ниже уровня тампонирования) объёма скважины. Сначала проводилась предварительная откачка попавшего в скважину во время бурения воздуха, затем отбиралась проба газа для анализа в специальные пробоотборники (30%-ный раствор NaCl) объёмом до 200 см³. После отбора газовых проб скважины ликвидировались, проводилась рекультивация земель.

Отобранные из скважины газовые пробы анализировались на хроматографе «Кристалл-2000М» с детекторами ПИД: для определения углеводородных компонентов (предел детектирования $1,95 \cdot 10^{-12}$ г/с по пропану и $4,7 \cdot 10^{-6}$ об. по CO₂) и ДТП для неуглеводородных компонентов (предел детектирования $n \cdot 10^{-4}$ об.).

Анализы проводились в соответствии с [2].

Определялись метан, этан, пропан, бутан, пентан, гексан; гелий, водород, кислород, азот.



Все углеводородные газы, за исключением метана, суммировались и давались в одной категории – тяжёлых углеводородных газов.

При интерпретации результатов газового зондирования учитывалась вероятность влияния современных микробиологических процессов. Поскольку специальных исследований в этом направлении не проводилось, оценивался косвенный показатель возможного процесса – коэффициент корреляции между концентрациями исследуемых газов и рельефом местности.

Числовые характеристики коэффициентов

корреляции между альтитудой скважин и концентрациями CH₄, ТУВГ, He, H₂ по региональному профилю I–I (объем выборки 360 скважин), расщелкам II–II (165), III–III (42) и IV–IV (85) колеблются по абсолютным значениям от 0,1 до 0,3. Из этого следует, что микробиологические процессы на исследуемые газовые компоненты не оказывают влияния, по крайней мере, в тех концентрациях, которые положены в основу выявления газовых аномалий.

В этом случае рассмотрим возможные парагенетические газовые ассоциации (табл.1).

Таблица 1

Коэффициенты корреляции, r , между газовыми компонентами по региональному профилю «Уварово – Свободный» и его расщелкам (звездочки соответствуют $|r| < 0,5$).

Геохимический показатель	CH ₄	ТУВГ	CO ₂	He	H ₂	O ₂	N ₂
Региональные профили I–I, II–II							
CH ₄	1	*	*	*	*	*	*
ТУВГ	*	1	*	*	*	*	*
CO ₂	*	*	1	*	*	-0,9	0,9
He	*	*	*	1	*	*	*
H ₂	*	0,6	*	*	1	*	*
O ₂	*	*	-0,8	*	*	1	-0,9
N ₂	-0,6	*	0,8	*	*	-0,8	1
Профиль III–III, IV–IV (курсив)							
CH ₄	1	*	*	*	*	0,5	-0,5
ТУВГ	*	1	*	*	*		
CO ₂	*	*	1	*	*	-0,8	0,7
He	*	*	*	1	*	*	*
H ₂	*	*	*	*	1	*	*
O ₂	*	*	-0,7	*	*	1	-0,9
N ₂	*	*	0,7	*	*	-0,9	1

Анализ табл. 1 позволяет сделать следующие выводы:

– метан не находится ни в одной парагенетической ассоциации с исследуемыми газами; «антагонистом» (отрицательный коэффициент корреляции) ему выступает азот на профилях I–I и IV–IV;

– ТУВГ находятся в парагенезисе с H₂ и №₂ на профиле I–I;

– CO₂ находится в парагенезисе с №₂ на всех профилях, «антагонистом» ему выступает O₂ на профилях I–I и IV–IV;

– гелий не находится ни в одной парагенетической ассоциации с исследуемыми газами;

– кислород и азот – «антагонисты» на всех профилях;

– азот в парагенезисе с CO₂ на всех профилях, «антагонист» метану (профили I–I и IV–IV) и кислороду на всех профилях.

Таким образом, корреляционный анализ позволил выявить парагенетические газовые ас-

социации, оценить «самостоятельность» метана и гелия и перейти к увязке результатов газового зондирования с особенностями геологического строения территории.

Необходимо отметить многолетний опыт использования результатов газометрической съемки при оценке перспектив нефтегазоносности и выявлении разрывных нарушений в осадочном чехле.

Метан и его газообразные гомологи из породы и вод стали применяться как показатели еще с 30-х гг. прошлого столетия. Идея их использования для прогнозирования нефтегазоносности принадлежит В. А. Соколову и изложена в ряде фундаментальных трудов [1–5].

Водород – весьма химически активный газовый компонент, обладающий повышенной миграционной способностью. По этим причинам H₂ в природных газах пород, пластовых вод и залежей нефти и газа, хотя и встречается часто, но не всегда. Его концентрации обычно ниже 2–3%, но встречаются величины, исчисляемые десятка-



ми процентов. Такие концентрации обнаружены в калийных солях, рудничных газах, некоторых нефтяных месторождениях, а также газах пород из глубоких скважин и пластовых вод [6–9].

О проникновении глубинного H_2 из фундамента по трещинам и разломам в осадочный чехол в районах Западной Сибири говорится в работе [6].

Гелий – наиболее миграционно способный газовый компонент в осадочных отложениях, что определяется его химической инертностью, малой сорбируемостью породами, слабой растворимостью в водах.

Геологическими наблюдениями, экспериментальными работами и расчетами подтверждено, что существует подток глубинного He к поверхности земли по проницаемым тектонически ослабленным зонам.

Выявлена высокая эффективность применения гелиевой съёмки по подпочвенным грунтам и

подземным водам для трассирования глубинных разломов в фундаменте, дизъюнктивных нарушений в осадочном чехле, оценки их мобильности, прогноза землетрясений [10–14].

Таким образом, имеется достаточно оснований к тому, чтобы использовать He в качестве показателя для трассирования разрывных нарушений фундамента и осадочного чехла и зон активизации неотектонических движений.

Специальный анализ возможного влияния различных геологических факторов (литологический тип грунтов, структурное положение кровли палеозоя и мезозоя, разрывные нарушения) показал, что тип пород, в которых отбирались газовые пробы, не влияет на распределение газовых показаний. Аномалии зафиксированы в различных типах пород – глинистых, песчаных, карбонатных.

О влиянии на газопоказания структурного положения кровли палеозоя и мезозоя можно судить по табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции, r , между абсолютной отметкой кровли мезозоя (числитель), палеозоя (знаменатель) и концентрациями CH_4 , ТУВГ, He , H_2 (звездочки соответствуют $|r| \leq 0,5$)

Наименование объекта	Число скважин зондирования	Величины r по газовым компонентам			
		CH_4	ТУВГ	He	H_2
Региональный профиль I–I	360	*/0,6	*/*	*/*	*/*
Рассечка II–II	165	*/*	*/*	*/*	*/*
Рассечка III–III	42	*/*	*/*	*/*	*/0,6
Рассечка IV–IV	85	*/*	*/*	0,6/*	*/0,6

Анализ значений коэффициентов корреляции газопоказаний и структурного положения палеозоя и мезозоя показал, что влияние кровли палеозоя сказывается на профиле I–I только на метан ($r=0,6$), на профиле IV–IV и профиле III–III – только на водород ($r=0,65$). Структура мезозоя отразилась только по гелию на профиле IV–IV ($r=0,65$).

Выполненный авторами сопоставительный анализ результатов газометрической съёмки с сейсморазведочными данными по соответствующим региональным профилям подтвердил приуроченность выявленных в пределах исследуемой территории гелиевых и водородных аномалий к зонам глубинного «дыхания» недр.

Так, например, практически все выделенные на профиле I–I аномалии по He довольно хорошо корреспондируются с присутствующими на временном разрезе МОГТ по этому профилю локальными участками «разрыва» и резкого смещения осей синфазности, критического ослабления динамической выраженности отражающих горизонтов или полной потери их прослеживаемости, существенного осложнения волновой картины интенсивным пакетом дифрагированных волн. Такие участки на временных разрезах традиционно интерпретируются специалистами в области сейсморазведки как зоны возможных дизъюнктивных нарушений. В свою очередь, наличие такого рода

сейсмических неоднородностей на тех фрагментах региональных профилей, где аномалии по He и H_2 не отмечаются, можно связывать с зонами «залеченных» дизъюнктивных нарушений, по которым миграции глубинных газов не происходит. Однако такие явления требуют специального разрешения как с геофизических позиций, так и с точки зрения причинности газовых аномалий.

Результаты газометрического зондирования и геологическое строение территории представлены на рис.2 и рис.3.

Геохимический фон на рис.2 по всем газовым компонентам рассчитан как среднее значение с одним стандартным отклонением. Концентрации, превышающие фон, отнесены к аномалиям.

Анализ данных (см. рис. 2) позволяет выделить аномальные зоны по различным газовым компонентам. Основные из них – CH_4 , ТУВГ, He и H_2 .

В территориальном плане выделяются зоны, приуроченные к различным структурным элементам (см. рис. 3):

- по метану – восточный склон Воронежской антеклизы;

- по ТУВГ, He и H_2 – соответствующая четко выраженному взбросовому Самарскому блоку, который надежно выделяется по материалам сейсморазведки МОГТ-2D. Наблюдаемая в пределах этого блока газовая ассоциация может

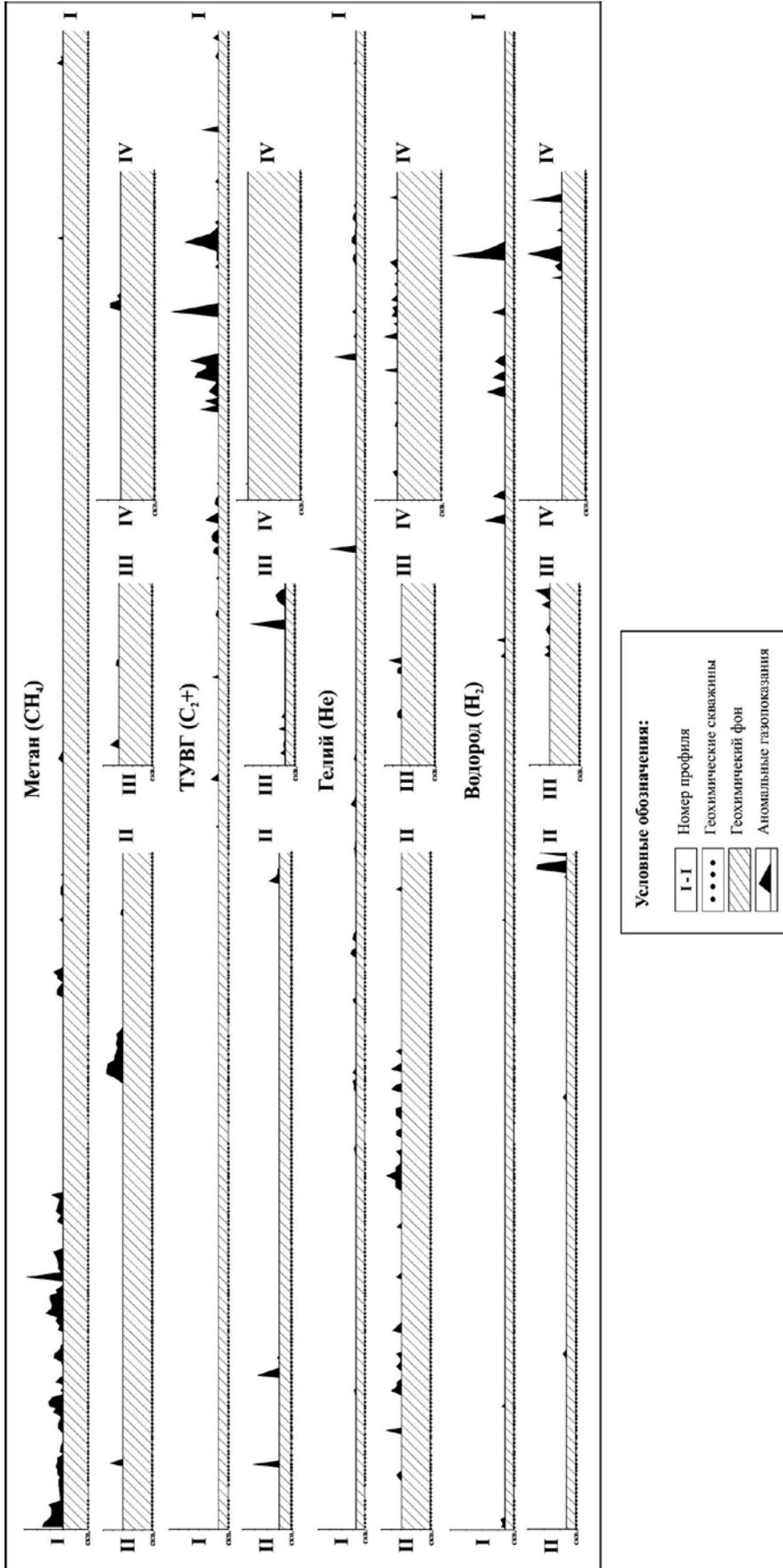


Рис. 2. Распределение аномальных газопоказаний по геохимическим профилям

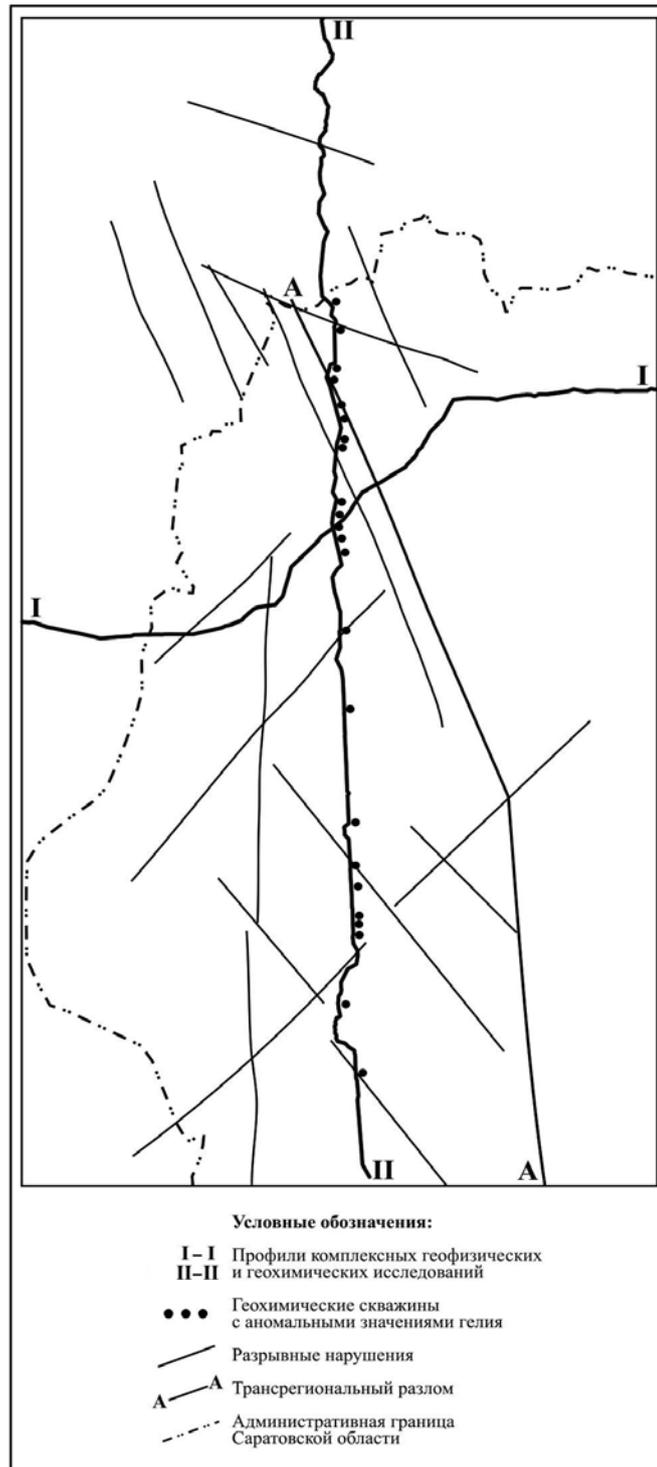


Рис. 4. «Гелиевый» профиль II-II и особенности структурного плана по данным дешифрирования

быть связана с наличием на глубине нефтегазовых скоплений, тем более что полигенность гелиевых аномалий объясняет возможность подтока дополнительного тепла (влияющего на реализацию нефтематеринских свойств пород) за счет распада радиоактивных элементов;

– по гелию – профиль II-II, простирающийся по зоне повышенной проницаемости, которую обеспечила целая сеть разрывных нарушений (см. рис. 2 и рис. 4). Субмеридиональный характер гелиевой аномалии предполагает, что профиль идет по простиранию разрывного нарушения.



Для выяснения особенностей структурного плана территории в районе профиля II-II были привлечены результаты дешифрирования космических фотокарт масштаба 1: 500 000 и материалы работ по дешифрированию аэро- и космических фотоснимков, которые были проведены в разные годы и разными авторами.

По данным дешифрирования космических снимков, в районе выявлены северо-западные и северо-восточные линейные нарушения, что видно из рис. 4. Наиболее крупное и протяженное нарушение выделяется на космотектонической карте Нижнего Поволжья масштаба 1000 000 как трансрегиональный разлом. В своей северо-западной части разлом дешифрируется двумя параллельными линиями нарушений, что позволяет его интерпретировать как зону повышенной трещиноватости пород, которая пересекает профиль II-II под острым углом и может являться контролирующей для повышенных содержаний гелия.

Таким образом, приведенный материал позволяет сделать следующие выводы:

1. В газовом поле выделяются различные типы аномалий: метановые, гелиевые, гелиево-водородные в сочетании с ТУВГ.

2. Метановая аномалия фиксируется в восточной части профиля I-I и возрастает по мере подъема кристаллического фундамента в сторону Воронежской антеклизы.

3. «Гелиевый профиль» II-II идет по «простиранию» зоны субмеридиональных нарушений.

4. Гелиево-водородные аномалии в сочетании с ТУВГ приурочены к Самарскому взбросовому поднятию. Эта зона может рассматриваться как наиболее благоприятная для постановки детальных геофизических и геохимических исследований с целью обнаружения в этой зоне скоплений УВ. В настоящий момент именно эта территория может быть лицензионно привлекательна.

5. Исследования показали эффективность и необходимость комплексирования геофизических и газогеохимических методов с целью уточнения особенностей геологического строения, оценки лицензионной привлекательности нераспределенного фонда недр, дифференцированной оценки перспектив нефтегазоносности в пределах ли-

цензионных участков с целью рационального распределения финансовых средств при проведении геологоразведочных работ.

Библиографический список

1. Геохимические, нефтегазопроисковые исследования в Европейской части СССР. М., 1975. 156 с.
2. ГОСТ 23781-87 «Газы горючие природные. Хроматографический метод определения компонентного состава». М., 1987.
3. Соколов В. А. Геохимия природных газов. М., 1971. 334 с.
4. Зорькин Л. М., Старобинец И. С., Стадник Е. В. Геохимия природных газов нефтегазоносных бассейнов. М., 1984. 248 с.
5. Комплексный анализ данных геохимических поисков нефти и газа. М., 1981. 268 с.
6. Никонов В. Ф., Толстиков Г. А., Опанасенко Г. И. Закономерности распределения водорода в газах Западной Сибири // Тр. / Гипротюменьнефтегаз. 1971. Вып. 5. С. 35-39.
7. Бетелев Н. П. О наличии водорода в составе природного газа на юго-восточном Устье // ДАН СССР. 1965. Т. 161, № 6. С. 1422-1426.
8. Суббота М. И., Садовников Н. М. О генезисе газа, состоящего из азота, окиси углерода и водорода, некоторых межгорных впадин Северного Тянь - Шаня // Советская геология. 1973. № 9. С. 25-30.
9. Природные газы осадочной толщи / под ред. В. П. Якуцени. Л., 1976. 344 с.
10. Якуцени В. П. Геология гелия. Л., 1968. 231 с.
11. Булашевич Ю. П., Башорин В. Н. О выявлении разломов на Свердловском профиле ГСЗ по повышенным концентрациям гелия в подземных водах // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1973. № 3. С. 93-100.
12. Булашевич Ю. П., Башорин В. Н. О приуроченности высоких концентраций гелия в подземных водах к зонам разрывных нарушений // ДАН СССР. 1971. Т. 201, № 4. С. 840-842.
13. Осипов Ю. Г., Яницкий И. Н. Некоторые особенности формирования зон регионального гелионасыщения // Геохимия. 1966. № 1. С. 36-47.
14. Тугаринов А. Н., Осипов В. Н. О потоке гелия в зонах разломов на эндогенных месторождениях // Геохимия. 1975. № 11. С. 1615-1625.