

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ
НА НЕФТЬ И ГАЗ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ
СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ
ТЕРРИТОРИИ И ГАЗОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ
ПОДПОЧВЕННОЙ ГЕОСФЕРЫ ПРИКАПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ**

Зотов Алексей Николаевич, главный геолог, ООО "ЛукБелОйл", 410056, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Ульяновская, 42, e-mail: A.Zotov@lukbeloil.com

Навроцкий Олег Константинович, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики, 410012, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Московская, 70, e-mail: oknavr01@gmail.com

Бондаренко Валентина Васильевна, геолог, Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики, 410012, Российская Федерация, г. Саратов, ул. Московская, 70, e-mail: valida70@gmail.com

В статье изложены результаты комплексирования структурно-геоморфологических исследований и газометрической съемки, которые способствовали открытию нефтяного месторождения. Рассматривается роль разломной тектоники и трещиноватости осадочного чехла в формировании и распределении нефтегазовых залежей. Структурное дешифрирование проведено на основе фотоматериалов разного масштаба. Выявлен характер трещиноватости, в том числе и планетарной, и нефтегазоносности. В пределах исследуемой территории на структурах, выявленных сейсморазведкой, поставлена газометрическая съемка. Данная съемка считается одним из дешевых и достаточно информативных методов в нефтепоисковой практике на протяжении многих лет. Газометрическая съемка заключалась в бурении неглубоких (до 2 м) скважин и отборе газовых проб и их последующем хроматографическом анализе. В газах определялись метан и его гомологи, гелий, водород, кислород, двуокись углерода, азот. В качестве основных характерных признаков геодинамической напряженности приняты линеamentная сеть, как отражение разрывной тектоники и зон разуплотнения, денудационные и эрозионные уступы, перехваты верховьев эрозионных врезов. Анализ геодинамической напряженности в пределах открытых месторождений показал, что все месторождения нефти и газа находятся в геодинамически спокойных блоках. На эталонном участке (месторождении) проведена газометрическая съемка, результаты которой сравнивались с газометрическими характеристиками других площадей. Установлено, что геодинамически спокойные блоки характеризуются минимальным газогеохимическим фоном. Ранжирование структур по геодинамической напряженности и газогеохимическому фону позволило выбрать первоочередной объект для постановки бурения поисковой скважины. Пробуренная скважина дала приток промышленной нефти из отложений бобриковского возраста.

Ключевые слова: дешифрирование, структурно-геоморфологический анализ, линеamentная сеть, геодинамическая напряженность, газометрическая съемка, газогеохимический фон, эталонный участок, ранжирование, нефтегазоносность

**OPTIMIZATION OF OIL AND GAS PROSPECTING
AND EXPLORATION BASED ON THE STUDY
OF PECULIARITIES OF TERRITORY'S STRUCTURE,
GEOMORPHOLOGY AND GAS COMPONENT
OF THE UNDERGROUND GEOSPHERE CASPIAN DEPRESSION**

Zotov Aleksey N., Chief Geologist, Ltd "LukBelOil", 42 Ulyanovskaya st., Saratov, 410056, Russian Federation, e-mail: A.Zotov@lukbeloil.com

Navrotsky Oleg K., D.Sc. in Geology and Mineralogy, Chief Researcher, Lower Volga Research Institute of Geology and Geophysics, 70 Moskovskaya st., Saratov, 410012, Russian Federation, e-mail: oknavr01@gmail.com

Bondarenko Valentina V., Geologist, Lower Volga Research Institute of Geology and Geophysics, 70 Moskovskaya st., Saratov, 410012, Russian Federation, e-mail: valida70@gmail.com

The article presents the results of integration of structural and geomorphological investigations and gasometric surveying, which contributed to oil field discovery. It views the role of fault tectonics and sedimentary cover jointing in formation and distribution of oil and gas deposits. Structural deciphering was performed with photo materials of various scale. The study defines the nature of jointing (including planetary jointing) and oil and gas content. Gasometric surveying was carried out within the territory under study on the structures, which were identified through seismic surveying. Gasometric surveying has long been one of the cheapest and relatively informative methods in oil prospecting practice. Gasometric surveying involved drilling shallow holes (up to two meters deep) and taking gas samples with their further chromatographic analysis. Gases contained methane and its homologs, helium, hydrogen, oxygen, carbon dioxide, nitrogen. Lineament network was taken as a main characteristic of the geodynamic density, as it reflected fault tectonics and decompression zones, denudation and erosion scraps, captures of upper erosion cuts. Analysis of geodynamic density within discovered deposits showed that all oil and gas deposits are located in geodynamically smooth blocks. Gasometric surveying was performed on the sample zone (deposit), it was then compared with gasometric characteristics of other zones. It was found out that geodynamically smooth blocks are characterized by minimal atmogeochemical background. Structures ranking according to their geodynamic density and atmogeochemical background allowed selecting the priority location for prospect well placement. The drilled well resulted in inflow of commercial oil from Bobrikovian age deposits.

Keywords: deciphering, structural and geomorphological analysis, lineament network, geodynamic density, gasometric surveying, atmogeochemical background, sample zone, ranking, oil and gas bearing

В настоящее время удача при поисках залежей углеводородов зависит от качества проведенных сейсмических работ, выбранных направлений постановки и выбранного алгоритма интерпретации полученных результатов. Несмотря на большой отечественный и мировой опыт поисковых работ на нефть и газ, вопрос о выборе территории для постановки сейсмических работ и, в дальнейшем, структур для постановки бурения остается по многим причинам открытым.

Понятие «оптимизация поисково-разведочных работ...» достаточно широкое и свободного пользования. В идеальном смысле повышение результативности поисков нефти и газа требует, как показано в [21], развития новых

На изучаемой территории (более 1000 км²) открыто достаточное количество месторождений. Это дало возможность выявить некоторые особенности геологического строения, в частности соотношения структурного плана пород каменноугольного возраста и рельефа местности (рис. 1).



Остановимся на теоретических предпосылках применения структурно-геоморфологических исследований и газометрической съёмки на рассматриваемой территории. В первую очередь – на роли разломной тектоники и трещиноватости осадочного чехла в формировании и распределении нефтегазовых залежей. Этому направлению посвящено большое количество научных трудов.

В самых общих чертах по этой проблеме выделяются два основных направления:

- труды, посвященные решению глобальных вопросов по структуре и морфологии Земли как космического тела;
- труды, посвященные вопросам взаимосвязи разрывной тектоники и трещиноватости с месторождениями полезных ископаемых, в частности нефти и газа.

В работе [1] достаточно полно изложена история исследований и современное состояние проблемы по первому вопросу (начиная с исследований Л. Буха и Эли де Бомона в первой половине XIX в. и заканчивая работами 2000 г.).

Генетическая трактовка влияния разломной тектоники на формирование нефтегазовых скоплений является двойкой.

1. Имеются результаты тектонофизического моделирования сейсмических разрывов детально изученных площадей Западной Сибири [14]. Согласно им установлено, что растущие, тектонически-активные поднятия представляют собой своеобразный «насос», осуществляющий перекачку флюидов из окружающих участков в зоны повышенной трещиноватости, возникающие над вершиной поднятия. Замечено было также, что в поднимающихся блоках одна часть субвертикальных трещин начинает расти снизу вверх, а другая, наоборот, формируется в верхних горизонтах, в зоне растяжения.

2. Вторая трактовка, на которую следует обратить особое внимание, с точки зрения авторов настоящей статьи, – это влияние сейсмостектонических процессов на преобразование органического вещества [25].

В работе показано, что по мере приближения к глубинным разломам и другим нарушениям горных пород закономерно возрастает степень преобразованности ОВ. Зоны разломов – это участки релаксации напряжений. В их пределах происходит наиболее сильное выделение механической энергии, переходящей в тепловую энергию. Это обеспечивает низкотемпературное преобразование органического вещества до углеводородов (до 100 °С).

Существует достаточное количество идей о причинах возникновения разломов, трещиноватости, линеаментных сетей: от концепций регмагенеза (региональных проявлений сдвиговых перемещений), идей ротационной гипотезы, идей планетарной трещиноватости до глобальной новейшей сдвиговой тектоники осадочных бассейнов, сопровождающейся формированием локальных структур разрушения осадочного чехла в зонах сдвига.

В работах [8, 9] акцентируется внимание на том, что Земля, в динамическом плане «живое» космическое тело, находится под воздействием притяжения Луны и Солнца, перегрузок, возникающих в ходе вращения Земли вокруг своей оси. Эти процессы, в виде взаимных систем геодинамически активных расслоений, проникают на значительные глубины, охватывают всю толщу земной коры.

В Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, например, выявлен диагонально-решетчат-блоковый характер развития современных геодинамических процессов, формирующих два взаимно перпендикулярных направления геодинамически активных зон, зон флюидоперетоков и флюидонакопления.

Многоранговый каркас геодинамически активной планетарной трещиноватости, закартированный на основе системы гидрологических и геоморфологических индикаторов, должен сыграть важную роль в нефтяной геологии – при определении пространственного положения очагов генерации и накопления углеводородов. При этом, как считает А.А. Драгунов, необходимо учитывать многочисленные фрагменты разнонаправленных решетчатых систем нарушений. Эти фрагменты могут играть как благоприятную, так и неблагоприятную роли при формировании скоплений углеводородов.

В работе [10] планетарной трещиноватости отводится почти главенствующая роль в современной тектонике Волго-Уральской нефтегазоносной провинции и в характере распределения залежей углеводородов. Однако, как показано в [16], понятие «планетарные» часто относится к трещинам очень большой протяженности и глубины заложения, которые выражены в ландшафтах линеаментами. Между тем и мелкая трещиноватость, развитая в земной коре, имеет преимущественно те же закономерно выраженные ориентировки.

Если ранее в работе [17] были выявлены основные характерные признаки геодинамической напряженности (трещиноватость, денудационные и эрозионные уступы, перехваты верховьев эрозионных врезов и др.), то впоследствии внимание было остановлено на линеamentной сети как отражении разрывной тектоники, присутствии зон дилатансий (зон разуплотнения).

В настоящей работе первая задача (соотношение разломной тектоники и трещиноватости с пространственным распределением открытых месторождений в пределах изучаемой площади) решалась на основе структурного дешифрирования. Были использованы практически все имеющиеся фотоматериалы:

- фотоматериалы масштаба 1:25 000;
- фотокарты масштаба 1:50 000;
- высотные аэрофотоснимки масштаба 1:100 000.

Спряmlенные элементы ландшафта: эрозионные врезы, линейно вытянутые понижения и уступы на склонах, прямолинейные границы растительных сообществ, выходов горных пород, участков различной степени увлажнения и другие элементы – представляли наибольший интерес для выявления линеamentов. По результатам структурного дешифрирования разномасштабных материалов была составлена карта трещиноватости изучаемой площади (рис. 2). При этом учитывались протяженность линеamentов не менее 0,5 км.

Как отмечалось выше, тектонические нарушения (трещины), имеющие азимут простирания 60^0 и 150^0 , проявляются наиболее активно в новейшем тектогенезе, как на территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, так и на планетарном уровне (В.М. Анохин, 2010 г.; А.А. Драгунов, 2010 г.).

С этих позиций анализ линеamentной сети на исследуемой территории показал, что на «планетарный» тип линеamentов (разломов, трещин, зон дилатансий) падает около 30 %, который, каким-то образом, можно объяснить с позиций идей ротационной гипотезы. На другие типы разломов и трещин приходится 70 %, генезис которых «скрывается» во всеобъемлющем объяснении взаимодействий эндогенных и экзогенных факторов.

Авторы не ставили перед собой задачи выявления генезиса «не ротационных» линеamentных объектов (это самостоятельная задача), но предприняли попытку выявить корреляцию в территориальном плане разрывных нарушений разного генетического уровня и нефтегазоносностью, тем более что

количество открытых месторождений на этой территории в породах каменноугольного и девонского возраста является достаточным для анализа.

На рисунке 2 хорошо видно плановое соотношение размещения месторождений и геодинамической напряженности, выраженной характерными чертами линеamentной сети.

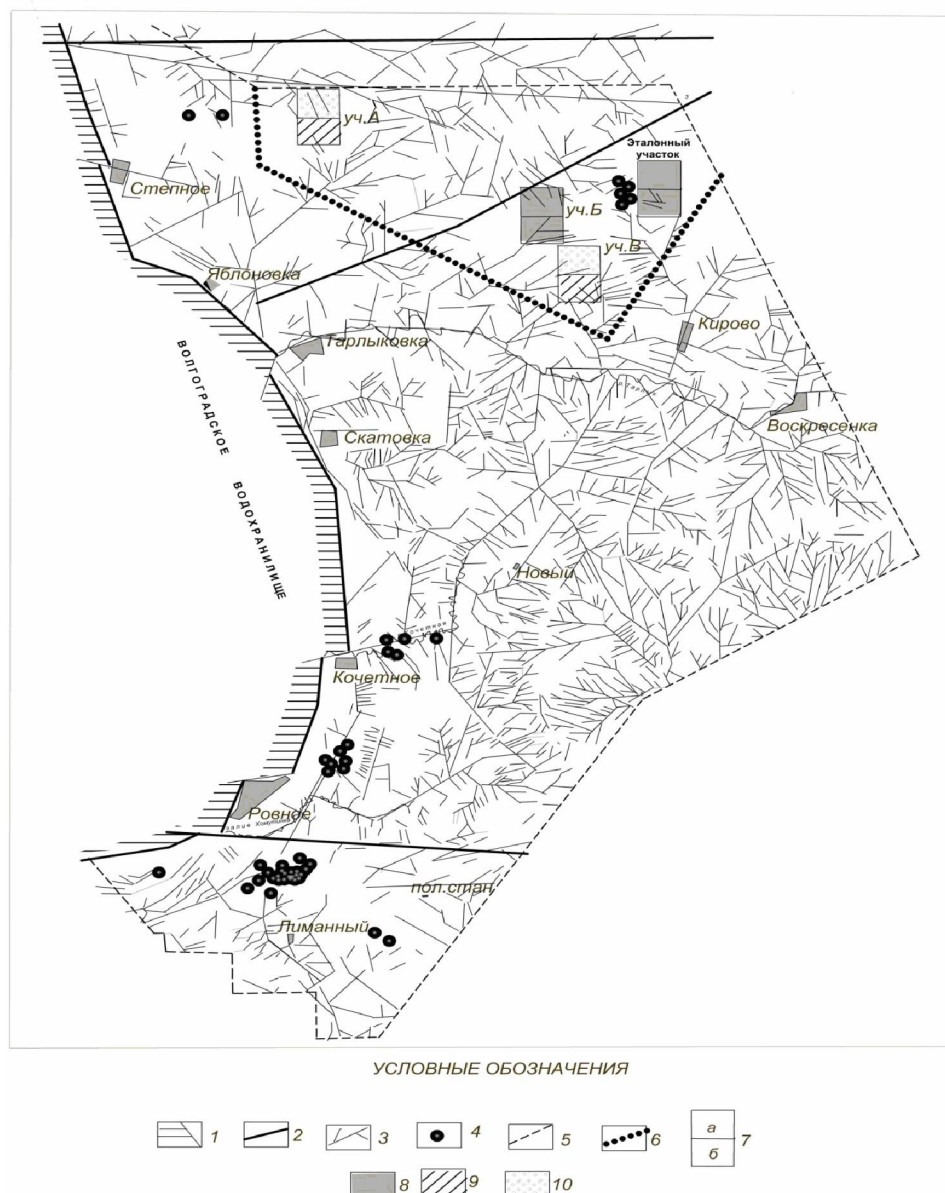


Рис. 2. Характерное проявление трещиноватости северо-западной части Прикаспийской впадины и нефтегазоносность:

1 – Восточная граница Волжского глубинного разлома; 2 – региональные разломы; 3 – трещиноватость по характеру проявления линеamentной сети; 4 – продуктивные скважины месторождений; 5 – граница изученной площади; 6 – граница опытного полигона; Тестируемые участки (эталонный и участки А, Б, В); 7 – геодинамическая напряженность (а) и геохимический фон (б). Рейтинги тестируемых участков: 9 – высокий; 10 – средний; 11 – низкий

Представленный материал дает все основания сделать «парадоксальный» вывод о том, что все существующие на данной территории месторождения находятся в геодинамически спокойных блоках, в зонах не связанных с зонами дилатансий различного генезиса.

Второе направление выполненных работ на данной территории – газометрическая съемка, которая на протяжении многих лет считается / считалась одним из дешевых и достаточно информативных методов в нефтепоисковой практике, несмотря на противоречивые результаты.

Газометрическая съёмка заключалась в бурении неглубоких (до 2 м) скважин и отборе газовых проб и их последующем хроматографическом анализе. В газах определялись метан и его гомологи, гелий, водород, кислород, двуокись углерода, азот [8].

Следует отметить, что эффективность приповерхностной газовой съемки оценивалась не всеми исследователями одинаково. Периоды расцвета прямых геохимических методов сменялись периодами упадка.

Фундаментальные работы В.А. Соколова и других исследователей [6, 13, 15, 32] свидетельствовали о том, что над продуктивными структурами содержание метана и его газообразных гомологов зачастую оказываются выше, чем над «пустыми». Однако проблемы интерпретации приповерхностных газовых аномалий до настоящего времени остаются достаточно серьезными [11, 12]:

- не отмечается прямой связи продуктивности скважин с величиной значений газосодержания;

- по результатам последних лет складывается впечатление, что наиболее продуктивные участки характеризуются пространственно консолидированным, невысоким по абсолютным значениям газосодержания геохимическим полем.

В работе [5] сделан особый акцент:

- на трудностях выявления продуктивных горизонтов по геохимическим признакам;

- пропан в четвертичных отложениях – основной критерий нефтепоиска методом геохимической съемки (до глубины около 100 м);

- практически каждый район имеет свои геологические особенности по проницаемости разреза для миграции УВ-газов от залежи к дневной поверхности;

- часто картируются «соседства» тектонически-напряженных (с многочисленными разрывными нарушениями и трещинами – путями предполагаемой интенсивной миграции УВ) и ненапряженных, монолитных (с низким и «спокойным» УВ-фоном) геоблоков,

Кроме того, необходимо отметить многолетний опыт использования результатов газометрической съемки не только при оценке перспектив нефтегазоносности, но для выявления разрывных нарушений в осадочном чехле.

Водород – весьма химически активный газовый компонент, обладающий повышенной миграционной способностью. По этим причинам H_2 встречается часто, но не всегда в природных газах пород, пластовых вод и залежей нефти и газа. Его концентрации обычно ниже 2–3 %, но встречаются величины, исчисляемые десятками процентов. Такие концентрации обнаружены в калийных солях, рудничных газах, некоторых нефтяных месторождениях, а также газах пород из глубоких скважин и пластовых вод [2, 20, 18, 23].

В работе [18] говорится о проникновении глубинного H_2 из фундамента по трещинам и разломам в осадочный чехол, в районах Западной Сибири.

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

Выявлена высокая эффективность применения гелиевой съёмки по подпочвенным грунтам и подземным водам при трассировании глубинных разломов в фундаменте, дизъюнктивных нарушений в осадочном чехле, прогнозе землетрясений [3, 4, 19, 24, 26].

На исследованной территории (рис. 2) были проведены опытно-методические работы по выявлению особенностей газогеохимического состава подпочвенной геосферы:

- на структурах, выявленных геофизикой;
- в пределах месторождения, открытого на этой территории («эталонный участок»).

Анализ газогеохимического фона на исследуемых объектах показал различие в геохимических показателях, в особенности от эталонного участка.

Поскольку постановка геофизических работ имеет свою геологическую аргументацию, и подготовленные структуры попали в разные участки линейной сети, то при оценке геодинамической напряженности рассматривались и другие структурно-геоморфологические параметры [17].

Результаты газогеохимической съёмки на опытных полигонах представлены в таблице 1.

Как отмечено выше и показано на рисунке 2, все месторождения открыты в геодинамически «спокойных» блоках. «Спокойный» характер блоков определил и минимальный газогеохимический фон практически по всем газовым показателям (табл. 1).

Максимальный рейтинг пришелся на участок Б, в пределах которого была пробурена глубокая скважина, и в породах бобриковского возраста открыта промышленная нефтяная залежь. Последующий газогеохимический мониторинг (май–декабрь 2014 г.) в пределах открытой залежи показал отсутствие водорода в специально пробуренной геохимической скважине. Это свидетельствует о «спокойном» характере блока (структуры), в котором сформирована нефтяная залежь.

Таблица 1

Сравнительный анализ газогеохимического фона (об. %) в пределах эталонного участка (месторождения) и выявленных структур

	Метан $n \cdot 10^{-6}$	Пропан $n \cdot 10^{-6}$	Н-бутан $n \cdot 10^{-6}$	Гелий $n \cdot 10^{-5}$	Водород $n \cdot 10^{-5}$
Эталонный участок	72	3,5	3	45	22
Участок А	108	5	7	44	58
Участок Б	70	4	2	40	15
Участок В	386	4	5	45	21,4

Первоочередной объект для постановки бурения выбирался на основе ранжирования структур по геодинамической напряженности и по особенностям газогеохимического фона (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2

Ранжирование структур на опытном полигоне

Рейтинг	По геодинамической напряженности			По геохимическому фону		
	Участок А	Участок Б	Участок В	Участок А	Участок Б	Участок В
Высокий		+			+	
Средний				+		+
Низкий	+		+			

Возвращаясь к работе А.М. Ванисова и А.Л. Клопова (2005 г.), в которой сделан акцент на том, что «каждый район имеет свои геологические особенности по проницаемости разреза для миграции УВ-газов от залежи к дневной поверхности», отметим особенности геологического строения исследуемого региона. Рельеф на данной территории имеет на 60–70 % унаследованный характер от структурной поверхности палеозоя, в частности от структурной поверхности пород каменноугольного возраста. В этой связи на других территориях Русской платформы при обращенном рельефе будут, вполне возможно, иные тенденции в геодинамических и газогеохимических полях. Это уже требует отдельного изучения.

Список литературы

1. Анохин В. М. Особенности строения планетарной линейamentной сети : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук / В. М. Анохин. – Санкт-Петербург, 2010.
2. Бетелев Н. П. О наличии водорода в составе природного газа на юго-восточном Устье / Н. П. Бетелев // Доклады Академии наук СССР. – 1965. – Т. 161, № 6. – С. 1422–1426.
3. Булашенич Ю. П. О выявлении разломов на Свердловском профиле ГСЗ по повышенным концентрациям гелия в подземных водах / Ю. П. Булашенич, В. Н. Башпорин // Известия Академии наук СССР, Физика Земли. – 1973. – № 3. – С. 93–100.
4. Булашенич Ю. П. О приуроченности высоких концентраций гелия в подземных водах к зонам разрывных нарушений / Ю. П. Булашенич, В. Н. Башпорин // Доклады Академии наук СССР. – 1971. – Т. 201, № 4. – С. 840–842.
5. Ванисова А. М. Особенности газогеохимических съемок в Западной Сибири (в комплексе дистанционных и геофизических методов локального нефтепрогнозирования) / А. М. Ванисова, А. Л. Клопова // Вестник недропользователя. – 2005. – № 16.
6. Геохимические, нефтегазопроисовые исследования в Европейской части СССР. – Москва : Недра, 1975. – 156 с.
7. ГОСТ 23781-87. Газы горючие природные. Хроматографический метод определения компонентного состава. – Взамен ГОСТ 23781-83 ; введен 1988–07–01. – Москва : Издательство стандартов, 1988. – 11 с.
8. Драгунов А. А. Комплексное изучение геодинамически активных зон земной коры с использованием материалов дистанционных и геофизических исследований в Волго-Уральской нефтегазональной провинции : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук / А. А. Драгунов. – Казань, 2005.
9. Драгунов А. А. Проявление геодинамической активности планетарной трещиноватости на космических изображениях Земли / А. А. Драгунов // Бурение и нефть. – Январь–февраль 2008. – № 1. – С. 89–96.
10. Драгунов А. А. Роль планетарной трещиноватости при формировании Волго-Уральской нефтегазональной провинции / А. А. Драгунов. – Казань: Новое знание, 2006. – 136 с.
11. Заватский М. Д. Геохимические методы поиска и разведки залежей нефти и газа, как фактор интенсификации геологоразведочных работ на севере ЯНАО / М. Д. Заватский, В. А. Гуцин, А. В. Рыльков // Горные ведомости. – 2005. – № 4. – С. 48–55.
12. Заватский М. Д. Изучение полей концентраций углеводородных газов в поверхностных природных сорбентах в связи с поисками и разведкой залежей нефти и газа в Западной Сибири : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук / М. Д. Заватский. – Тюмень, 2009.
13. Зорькин Л. М. Геохимия природных газов нефтегазональных бассейнов / Л. М. Зорькин, И. С. Старобинец, Е. В. Стадник. – Москва : Недра, 1984. – 248 с.

14. Зубков М. Ю. Прогноз зон вторичной трещиноватости на основе данных сейсморазведки и тектонофизического моделирования / М. Ю. Зубков, П. М. Бондаренко // Геология нефти и газа. – 1999. – № 11–12.
15. Комплексный анализ данных геохимических поисков нефти и газа. – Москва : Недра, 1981. – 268 с.
16. Миропниченко В. П. Планетарная трещиноватость осадочного чехла литосферы (по материалам аэрокосмических съемок) / В. П. Миропниченко, Л. И. Березкина, Е. В. Леонтьева Ленинград : Недра, Ленинградское отделение, 1984. – 216 с.
17. Навроцкий О. К. Особенности структурно-геоморфологического строения северо-западной части Прикаспийской впадины на основе мелко- и крупномасштабного дешифрирования / О. К. Навроцкий, А. Н. Зотов, В. В. Бондаренко // Геология, география и глобальная энергия. – 2013. – № 4 (47). – С. 32–39.
18. Никонов В. Ф. Закономерности распределения водорода в газах Западной Сибири / В. Ф. Никонов, Г. А. Толстиков, Г. И. Опанасенко // Труды "Гипротоменьнефтегаз". – 1971. – Вып. 5. – С. 35–39.
19. Осипов Ю. Г. Некоторые особенности формирования зон регионального гелионасыщения / Ю. Г. Осипов, И. Н. Яницкий // Геохимия. – 1966. – № 1. – С. 36–47.
20. Природные газы осадочной толщи / под ред. В. П. Якуцени. – Ленинград : Недра, 1976. – 344 с.
21. Семенович В. В. Стратегия стабилизации добычи нефти и газа / В. В. Семенович // Геология нефти и газа. – 1994. – № 3.
22. Соколов В. А. Геохимия природных газов / В. А. Соколов. – Москва : Недра, 1971. – 334 с.
23. Суббота М. И. О генезисе газа, состоящего из азота, окиси углерода и водорода, некоторых межгорных впадин Северного Тянь-Шаня / М. И. Суббота, Н. М. Садовников // Советская геология. – 1973. – № 9. – С. 25–30.
24. Тугаринов А. Н. О потоке гелия в зонах разломов на эндогенных месторождениях / А. Н. Тугаринов, В. Н. Осипов // Геохимия. – 1975. – № 11. – С. 1615–1625.
25. Черский Н. В. Влияние сейсмостектонических процессов на преобразование органического вещества / Н. В. Черский, В. П. Царев, Т. И. Сороко. – Якутск : Якутский филиал, Институт физико-технический проблем Севера, 1982. – 55 с.
26. Якуцени В. П. Геология гелия / В. П. Якуцени. – Ленинград : Недра, 1968. – 231 с.

References

1. Anokhin V. M. *Osobennosti stroeniya planetarnoy lineamentnoy seti* [Features of the structure of the planetary lineament network], Saint Petersburg, 2010.
2. Betelev N. P. O nalichii vodoroda v sostave prirodnogo gaza na yugo-vostochnom Ustyure [The presence of hydrogen in the composition of natural gas in the south-east Ustyure]. *Doklady Akademii nauk SSSR* [Proceedings of the USSR Academy of Sciences], 1965, vol. 161, no. 6, pp. 1422–1426.
3. Bulashevich Yu. P., Bashorin V. N. O vyyavlenii razlomov na Sverdlovskom profile GSZ po povyshennym kontsentratsiyam geliya v podzemnykh vodakh [On detecting faults in the Sverdlovsk profile GDZ at higher helium concentrations in groundwater]. *Izvestiya Akademii nauk SSSR, Fizika Zemli* [Proceedings of the Academy of Sciences, Physics of the Earth], 1973, no. 3, pp. 93–100.
4. Bulashenich Yu. P., Bashorin V. N. O priurochennosti vysokikh kontsentratsii geliya v podzemnykh vodakh k zonam razryvnykh narushenii [About the confinement of high concentrations of helium in groundwater to the zones of faults]. *Doklady Akademii nauk SSSR* [Proceedings of the USSR Academy of Sciences], 1971, vol. 201, no. 4, pp. 840–842.
5. Vanisova A. M., Klopova A. L. Osobennosti gazogeokhimicheskikh semok v Zapadnoy Sibiri (v komplekse distantsionnykh i geofizicheskikh metodov lokalnogo nefteprognozirovaniya) [Features geochemical surveys in Western Siberia (in the complex of geophysical methods and remote local nefteprognozirovaniya)]. *Vestnik nedropolzovatelya* [Bulletin of the Subsoil User], 2005, no. 16.
6. *Geokhimicheskie, neftegazopiskovye issledovaniya v Evropeyskoy chasti SSSR* [Geochemical, oil and gas research in the European part of the USSR], Moscow, Nedra Publ., 1975. 156 p.
7. GOST 23781-87. Combustible natural gases. Chromatographic method for determination of component composition. Instead of GOST 23781-83, introduced 01.07.1988. Moscow, Izdatelstvo standartov Publ., 1988. 11 p.
8. Dragunov A. A. *Kompleksnoe izuchenie geodinamicheskikh aktivnykh zon zemnoy kory s ispolzovaniem materialov distatsionnykh i geofizicheskikh issledovaniy v Volgo-Uralskoy neftegazonosnoy*

provintsi [Comprehensive study of geodynamic active zones of the Earth's crust using materials distatsionnykh and geophysical studies in the Volga-Ural oil and gas province], Kazan, 2005.

9. Dragunov A. A. Proyavlenie geodinamicheskoy aktivnosti planetarnoy treshchinovatosti na kosmicheskikh izobrazheniyakh Zemli [The manifestation of planetary geodynamic activity of fracture on satellite images of the Earth]. *Burenie i nef't* [Drilling and Oil], January–February 2008, no. 1, pp. 89–96.

10. Dragunov A. A. *Rol planetarnoy treshchinovatosti pri formirovani Volgo-Uralskoy neftegazonosnoy provintsi* [The role of planetary fracture in the formation of the Volga-Ural oil and gas province], Kazan, Novoe znanie Publ., 2006. 136 p.

11. Zavatskiy M. D., Gushchin V. A., Rylkov A. V. Geokhimicheskie metody poiska i razvedki zalezhey nef'ti i gaza, kak faktor intensivifikatsii geologorazvedochnykh rabot na severe YaNAO [Geochemical methods of prospecting and exploration of oil and gas, as a factor in the intensification of exploration work in the north YaNAO]. *Gornye vedomosti* [Mountain Proceedings], 2005, no. 4, pp. 48–55.

12. Zavatskiy M. D. *Izuchenie poley kontsentratsii uglevodorodnykh gazov v poverkhnostnykh prirodnykh sorbentakh v svyazi s poiskami i razvedkoy zalezhey nef'ti i gaza v Zapadnoy Sibiri* [The study of fields of hydrocarbon gases concentrations in the surface of natural sorbents due to prospecting and exploration of oil and gas fields in Western Siberia], Tyumen, 2009.

13. Zorkin L. M., Starobinets I. S., Stadnik Ye. V. *Geokhimiya prirodnykh gazov neftegazonosnykh basseynov* [Geochemistry of natural gas and gas basins], Moscow, Nedra Publ., 1984. 248 p.

14. Zubkov M. Yu., Bondarenko P. M. Prognoz zon vtorichnoy treshchinovatosti na osnove dannykh seysmorazvedki i tektonofizicheskogo modelirovaniya [Forecast secondary fracture zones on the basis of seismic data and modeling tectonophysical]. *Geologiya nef'ti i gaza* [Oil and Gas Geology], 1999, no. 11–12.

15. *Kompleksnyy analiz dannykh geokhimicheskikh poiskov nef'ti i gaza* [A comprehensive analysis of geochemical prospecting of oil and gas], Moscow, Nedra Publ., 1981. 268 p.

16. Miroshnichenko V. P., Berezkina L. I., Leonteva Ye. V. *Planetarnaya treshchinovatost osadochnogo chekhla litosfery (po materialam aerokosmicheskikh semok)* [Planetary fracturing the sedimentary cover of the lithosphere (on materials of aerospace survey)], Leningrad, Nedra, Leningradskoe otделение Publ., 1984. 216 p.

17. Navrotsky O. K., Zotov A. N., Bondarenko V. V. Osobennosti strukturno-geomorfologicheskogo stroeniya severo-zapadnoy chasti Prikaspiiskoy vpadiny na osnove melko- i krupnomasshtabnogo deshifirovaniya [Features of structural and geomorphological structure of the north-western part of the Caspian Basin through small- and large-scale decryption]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and global energy], 2013, no. 4 (47), pp. 32–39.

18. Nikonov V. F., Tolstikov G. A., Opanasenko G. I. Zakonomernosti raspredeleniya vodoroda v gazakh Zapadnoi Sibiri [Laws of distribution of hydrogen gas in Western Siberia]. *Trudy "Giprotyumenneftegaz"* [Proceedings of the "Giprotyumenneftegaz."], 1971, issue 5, pp. 35–39.

19. Osipov Yu. G., Yanitskiy I. N. Nekotorye osobennosti formirovaniya zon regionalnogo gelionasyshcheniya [Some features of formation of zones of regional helium saturation]. *Geokhimiya* [Geochemistry], 1966, no. 1, pp. 36–47.

20. Yakutseni V. P. (ed.) *Prirodnye gazy osadochnoiy tolshchi* [Natural gas sedimentary strata], Leningrad, Nedra Publ., 1976. 344 p.

21. Semenov V. V. Strategiya stabilizatsii dobychi nef'ti i gaza [The strategy of stabilization of oil and gas]. *Geologiya nef'ti i gaza* [Oil and Gas Geology], 1994, no. 3.

22. Sokolov V. A. *Geokhimiya prirodnykh gazov* [Geochemistry of Natural Gas], Moscow, Nedra Publ., 1971. 334 p.

23. Subbota M. I., Sadovnikov N. M. O genezise gaza, sostoyashchego iz azota, okisi ugleroda i vodoroda, nekotorykh mezhgornykh vpadin Severnogo Tyan-Shanya [On the genesis of a gas consisting of nitrogen, carbon monoxide and hydrogen, some of the intermountain basins of the Northern Tien Shan]. *Sovetskaya geologiya* [Soviet Geology], 1973, no. 9, pp. 25–30.

24. Tugarinov A. N., Osipov V. N. O potoke geliya v zonakh razlomov na endogennykh mestorozhdeniyakh [Flow of helium in the fault zones on the endogenous fields]. *Geokhimiya* [Geochemistry], 1975, no. 11, pp. 1615–1625.

25. Cherskiy N. V., Tsarev V. P., Soroko T. I. *Vliyanie seysmotektonicheskikh protsessov na preobrazovanie organicheskogo veshchestva* [Influence of seismotectonic processes in the transformation of organic matter], Yakutsk, Yakutsk branch of the Institute of Physical and Technical Problems of the North Publ. House, 1982. 55 p.

26. Yakutseni V. P. *Geologiya geliya* [Geology helium], Leningrad, Nedra Publ., 1968. 231 p.