

**К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ МОРФОЛОГИИ
И УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЛОВУШЕК УВ
В СКЛАДЧАТО-ОРОГЕННЫХ ЗОНАХ И ОБЛАСТЯХ РАЗВИТИЯ
ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНИЗМА**

Попков Иван Васильевич, аспирант

Кубанский государственный университет
350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149
E-mail: geoskubsu@mail.ru

Складчато-орогенные зоны и грязевулканические области отличаются достаточно высокой концентрацией запасов нефти и газа. В то же время они имеют сложное тектоническое строение и, как следствие, не простые по морфологии ловушки углеводородов. Несомненно, что успешность геологоразведочных работ находится в прямой зависимости от достоверности наших представлений об их строении и закономерностях формирования. В качестве объектов исследования выбраны территории Северо-Западного Кавказа, а также Таманского п-ова как части Керченско-Таманской грязевулканической области. Структурный план этих территорий сформирован под воздействием сил бокового сжатия. В результате этого широкое развитие получили здесь складчато-надвиговые дислокации. Для проведения структурного анализа и изучения морфологии потенциальных ловушек нефти и газа в этих условиях требуется разработка и использование специальных методических подходов к исследованию тектонических структур. Решение поставленных задач предлагается осуществлять следующими методами: 1) применением современных методик структурного анализа тектонических дислокаций земной коры; 2) построением структурно-сбалансированных геологических разрезов и карт на основе аналогов мировой структурной геологии и геодинамики и др. Выполненные нами исследования по изучению структурной геологии складчато-орогенной области Северо-Западного Кавказа и Керченско-Таманской грязевулканической области, основанные на вышеперечисленных методологических подходах, позволили раскрыть региональные закономерности строения и эволюции исследуемой территории, разработать наиболее достоверные и непротиворечивые модели ловушек нефти и газа, образовавшихся в обстановке мощного тангенциального сжатия. Полученные результаты позволяют также наметить новые перспективные районы и объекты поисков скоплений нефти и газа, предложить рациональный комплекс геологоразведочных работ.

Ключевые слова: тектоника, дислокации, складки, надвиги, нефть, газ, перспективы нефтегазоносности

**ON THE METHOD MORPHOLOGY TRAPS AND CONDITIONS OF HC
IN THE FOLD-OROGENIC ZONES AND AREAS OF DEVELOPMENT
OF MUD VOLCANISM**

Popkov Ivan V.

Post-graduate student
Kuban State University
149 Stavropolskaya st., Krasnodar, 350040, Russian Federation
E-mail: geoskubsu@mail.ru

Fold-orogenic zones and mud volcanic areas have relatively high concentration of oil and gas reserves. At the same time, they have a complex tectonic structure and, as a

consequence, are not simple morphology hydrocarbon traps. There is no doubt that the success of exploration activities is directly dependent on the reliability of our understanding of their structure and patterns formation. As research objects are selected in the North-West Caucasus, as well as the Taman Peninsula as part of the Kerch-Taman mud volcano area. The structural plan of the areas formed by the forces of lateral compression, resulting in here wide development of fold-thrust dislocation. For structural analysis and study of the morphology of the potential oil and gas traps in these conditions requires the development and use of special methodological approaches to the study of tectonic structures. These tasks are encouraged to implement the following methods: 1) the application of modern methods of structural analysis of crustal tectonic dislocations, and 2) the construction of structurally balanced geological cross-sections and maps based on the unique world of Structural Geology and Geodynamics, and others. Made us a study on the structural geology of fold-orogenic areas of the northwest Caucasus and the Kerch-Taman mud volcano area, based on the above methodology applied allowed to reveal the regional laws of the structure and evolution of the study area, to develop the most reliable and consistent model of oil and gas traps formed in an environment of strong tangential compression. The results also allow us to identify promising new areas and objects searches accumulations of oil and gas complex to offer a rational exploration.

Keywords: tectonics, deployment, folds, thrusts, oil, gas, petroleum prospects

Складчато-орогенные зоны и области развития грязевого вулканизма содержат значительные по запасам скопления нефти и газа. В то же время они отличаются высокой сложностью строения ловушек углеводородов (УВ), что зачастую приводит к неудачам при проведении поискового бурения. Это свидетельствует об актуальности изучения их морфологии и условий формирования. В качестве объектов исследования выбраны территории Северо-Западного Кавказа, а также Таманского п-ова как части Керченско-Таманской грязевулканической области.

Территории Северо-Западного Кавказа и Таманского п-ова на протяжении многих десятилетий рассматриваются как высокоперспективные на нефть и газ [1–4, 17 и др.]. В их пределах открыты небольшие и средние по запасам скопления УВ. Кроме того, на ряде поисковых объектов Северо-Западного Кавказа были получены высокодебитные (более 2 тыс. м³ в сутки) притоки воды с признаками нефти, что говорит о наличии горизонтов с благоприятными коллекторскими свойствами. Тем не менее поднятия были выведены из глубокого бурения с отрицательными результатами. Однако остается вопрос: а попали ли скважины в оптимальные структурные условия в нижнемеловом целевом комплексе, заложенные в сводах антиклиналей верхних секций разреза? Ответ на этот вопрос, скорее всего, будет отрицательным. Проведенные исследования позволяют нам говорить о том, что здесь имеют место смещения в плане сводов поднятий по нижнемеловым отложениям на 800 и более метров относительно верхнемеловых в сторону падения контролирующего поднятия надвигов [13, 14]. Данный конкретный пример может служить иллюстрацией актуальности исследований по заявленной проблеме. В настоящее время геологоразведочные работы здесь ведутся в минимальном объеме. Несомненно, что их успешность находится в прямой зависимости от достоверности наших представлений о строении ловушек углеводородов.

В последние годы достигнуты несомненные успехи в расшифровке региональной структуры Северо-Западного Кавказа и Керченско-Таманского прогиба. Построения в этих местах выполнены с учетом современных методик и представлений о строении мобильных зон земной коры [8–11, 13–15 и др.]. Гораздо сложнее обстоят дела в прикладной области – практике нефтепоисковых работ. Используемые при планировании геологоразведочных работ

структурные и геодинамические построения основаны на устаревших представлениях о примате вертикальных тектонических движений [1–7]. В других случаях они не палинспастичны, хотя их авторы зачастую декларируют о приверженности идеям неомобилизма. Соответственно подобные построения не являются полностью адекватными реальной геологической ситуации и, следовательно, не могут служить надежной основой для ведения поисково-разведочных работ. Решить эту проблему поможет создание новых структурно-геодинамических моделей дислокаций исследуемого региона.

Не лучше обстоит дело и с обоснованностью моделей дислокаций Тамани. Здесь преобладают представления об определяющей роли глиняного диапиризма в формировании складчатых структур, а генезис диапиров принято связывать с процессами иллитизации майкопских глин [1, 5, 16 и др.]. Роль горизонтального сжатия здесь также абсолютно не учитывается.

В процессе исследований были разработаны новые непротиворечивые модели дислокаций Северо-Западного Кавказа и Таманского п-ова – потенциальных ловушек нефти и газа, построенные с использованием современных методик структурного анализа [8–9, 12–15]. Эти модели могут служить основой для разработки рациональной методики геологоразведочных работ на нефть и газ применительно к условиям складчато-орогенных сооружений Северо-Западного Кавказа и восточной части Керченско-Таманской грязевулканической области.

Одним из основных методов картирования ловушек углеводородов является сейсморазведка. Правильная интерпретация сейсморазведочных данных всегда вызывает трудности. В зависимости от опыта интерпретатора, принятой теоретической концепции, качества геофизического материала, его обработки и объема глубокого бурения, по одним и тем же геолого-геофизическим данным обычно составляется несколько вариантов моделей строения. Выбрать одну из них, наиболее правильную, бывает сложно. Это приводит к противоречивым оценкам перспектив и недостаточно обоснованным критериям поисков полезных ископаемых, что влияет на эффективность работ. Одним из главных критериев правильности интерпретаций является их соответствие реальным природным структурам, которые можно наблюдать в обнажениях дислоцированных слоистых толщ. Такие обнажения достаточно широко развиты на Северо-Западном Кавказе.

Вторым способом объективно ограничить число вариантов интерпретаций справедливо считается сбалансированность структурных построений, то есть возможность приведения модели в доскладчатое положение. В природных обнажениях сбалансированность присутствует априори и при правильном понимании структуры не требует проверки, поскольку существует объективно.

Важно отметить один из принципов тектоники, согласно которому морфология больших и малых структурных форм – сходная. Такое сходство показано на примерах многих регионов мира. Поэтому дислокации в обнажениях являются эталоном и ключом для правильного понимания крупных структур, интерпретируемых по материалам сейсморазведки. Используя общие закономерности строения и развития структур, с учетом строения малых дислокаций, можно объективно ограничить число конкурирующих моделей и выделить из них наиболее достоверную. В связи с этим в наших исследованиях этому вопросу уделено большое внимание, для чего были проведены дополнительные натурные наблюдения.

На Северо-Западном Кавказе лучшие естественные обнажения складчатых и разрывных структур расположены в береговых обрывах Черного моря

и впадающих в него рек. Большое значение имеет их ориентация по отношению к простиранию структур. Такие обнажения, идеальные для интерпретации, расположены в крест простирания. При рассмотрении структур, срезанных вдоль или косо к простиранию, строение складок и разрывов искажается до неузнаваемости, включая даже их типичные элементы. То же касается отображения структур на аналогично ориентированных сейсмопрофилях [14].

На Таманском п-ове понимание тектоники столь же противоречиво. Анализ существующих моделей позволяет сделать вывод, что составленные ранее разломно-блоковые и диапировые варианты не допускают палинспастическую реконструкцию. Поэтому они не могут считаться геометрически корректными, а выбор одной правильной модели невозможен. В то же время материалы глубокого бурения и сейсморазведки позволяют выявить здесь сложнопостроенные структуры тангенциального сжатия.

Решение поставленных задач предлагается осуществлять следующими методами: 1) применением современных методик структурного анализа тектонических дислокаций земной коры; 2) построением структурно-сбалансированных геологических разрезов и карт на основе аналогов мировой структурной геологии и геодинамики; 3) комплексном использовании при исследовании складчатых и разрывных дислокаций разнопланового геолого-геофизического материала, включающего в себя материалы геологической, аэрокосмической, магнито- и гравиметрической съемок, сейсморазведки, буровых скважин, специальных полевых исследований конкретных геологических объектов; 4) применением современных компьютерных программ обработки геолого-геофизических материалов и трехмерного моделирования геологических объектов.

Исследования тектоники Северо-Западного Кавказа, основанные на вышеперечисленных методологических подходах, позволяют с достаточной уверенностью высказывать предположения о том, какого типа структуры-ловушки УВ здесь могут быть развиты [12–14]. В частности, установлено, что основным типом структур здесь являются надвиги, с которыми генетически связаны складчатые дислокации. Поверхности надвигов в плане могут быть ровными или плавно изогнутыми, ломаными или волнистыми. Фронтальные части надвигов в одних случаях пологие, в других – крутые (до вертикальных) и даже опрокинутые. Общим свойством всех надвигов является выполаживание их поверхностей с глубиной. К фронтальным частям надвигов приурочены линейные антиклинальные складки. Антиклинали асимметричны с более крутыми крыльями, прижатыми к надвигам. Углы наклона слоев на них колеблются в широких пределах, достигая 80–90°. Иногда они даже опрокидываются в сторону движения надвига.

Необходимо иметь в виду, что линейные складки, приуроченные к фронту надвига, закономерно смещаются в сторону падения плоскости сместителя по мере выполаживания последнего с глубиной. При этом они могут уменьшаться в амплитуде вплоть до полного расформирования. Смещение в плане сводов поднятий достигает сотен и более метров. Последний факт крайне важен при постановке глубокого бурения. Основываясь только на структурном плане верхних стратиграфических горизонтов при целевых более глубоких объектах, можно не вскрыть их и вывести площадь из бурения как бесперспективную. В тоже время при недостаточности фактического материала о глубинном строении объекта наличие асимметричного крутого крыла складки может

служить указанием на направление падения контролирующего её надвига и планового смещения свода по более древним отложениям.

Широко распространено мнение о необходимости поисков поднадвиговых структур на опущенных крыльях надвигов. Следует, однако, отметить, что формирование таких дислокаций разными авторами понимается по-разному. Нередко исследователи считают, что поднадвиговые складки представляют собой непосредственное продолжение единой антиклинальной структуры, разорванной надвигом. Это мнение основано на ошибочном признании первичности складок и вторичности надвигов. В действительности же поднадвиговые дислокации принадлежат к нижележащей аллохтонной структуре и, следовательно, представляют собой самостоятельные пликативные осложнения подстилающих отложений.

Помимо традиционных антиклинальных ловушек на Северо-Западном Кавказе могут представлять поисковый интерес участки повышенной тектонической трещиноватости, развитой в зонах разрывных нарушений, прежде всего в местах их сближения. Приоритетное значение при этом имеют карбонатные отложения и песчаники.

Выполненные исследования позволили также обосновать закономерную взаимосвязь размещения и эволюции грязевых вулканов с фронтальными частями шарьяжно-надвиговых дислокаций; показать, что антиклинали имеют не диапировое, как ранее считалось, а принадвиговое происхождение [9, 15]. Установлено, что в разрезе складки являются бескорневыми и разделяются пологими разрывами. В каждой тектонической пластине выделяется свой структурный план, не связанный с выше- и нижележащим.

Таким образом, выполненный структурный анализ позволяет предложить наиболее достоверные и непротиворечивые модели ловушек нефти и газа, образовавшихся в складчато-орогенной области Северо-Западного Кавказа и Керченско-Таманского прогиба в обстановке мощного тангенциального сжатия. Раскрытие региональных закономерностей строения и эволюции исследуемой территории позволяет также наметить новые перспективные районы и объекты поисков скоплений нефти и газа, предложить рациональный комплекс геологоразведочных работ [9–11].

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 11-05-00857-а; 13-05-96507 р_юг_а), ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы», проекты 2012-1.2.1-12-000-1007-015 (Соглашение № 14.B37.21.1258), 2012-1.1-12-000-1006-006 (Соглашение № 14.B37.21.0582).

(This work was supported by RFBR (grants 11-05-00857-A; r_yug_a 13-05-96507), the Federal Program "Scientific and scientific-pedagogical personnel of innovation-tion of Russia" for 2009-2013 ", draft-2012-1.2.1 12-000-1007-015 (Agreement № 14.B37.21.1258), 2012-1.1-12-000-1006-006 (Agreement № 14.B37.21.0582)).

Список литературы

1. Бобылев В. В. К тектонике Керченско-Таманской зоны / В. В. Бобылев, Л. С. Пишванова, Т. В. Яценко // Геология нефти и газа. – 1981. – № 7. – С. 36–41.
2. Гридин В. А. Условия формирования локальных структур Таманского полуострова / В. А. Гридин, П. М. Голованов, А. А. Енгибарян // Газовая промышленность. – 2007. – № 4. – С. 34–35.

3. Енгибарян А. А. Литолого-фациальные и тектонические критерии нефтегазоносности мезокайнозойских отложений Таманского полуострова / А. А. Енгибарян // Газовая промышленность. – 2007. – № 4. – С. 23–37.
4. Летавин А. И. Разрывная тектоника и перспективы нефтегазоносности краевой зоны Северо-Западного Кавказа / А. И. Летавин, В. М. Перерва. – Москва : Наука, 1987. – 88 с.
5. Лимонов А. Ф. Грязевые вулканы / А. Ф. Лимонов // Соросовский образовательный журнал. – 2004. – Т. 8, № 1. – С. 63–69.
6. Пекло В. П. Геологическое строение некоторых разведочных площадей южного борта Западно-Кубанского прогиба в свете новых данных бурения и перспективы нефтегазоносности / В. П. Пекло // Труды Кубанского филиала Всероссийского нефтегазового научно-исследовательского института им. академика А. П. Крылова. – Москва : Гостоптехиздат, 1962. – Вып. 10. – С. 28–39.
7. Перерва В. М. Перспективы нефтегазоносности и методы выявления зон разрывных структур Северо-Западного Кавказа / В. М. Перерва // Геология нефти и газа. – 1981. – № 1. – С. 39–43.
8. Попков В. И. Геодинамическая обстановка формирования структуры западно-кавказских кайнозойских прогибов / В. И. Попков // Геология, география и глобальная энергия. – 2010. – № 3 (38). – С. 23–27.
9. Попков В. И. Грязевой вулканизм, сейсмичность и нефтегазоносность / В. И. Попков, В. А. Соловьев, Л. П. Соловьева // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2010. – № 6. – С. 27–32.
10. Попков В. И. Новый региональный нефтегазоперспективный объект Скифской плиты / В. И. Попков, И. В. Попков, И. Е. Дементьева // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 2. – С. 111–114.
11. Попков В. И. Структура и история развития Западно-Кавказских кайнозойских прогибов / В. И. Попков, И. В. Попков, И. Е. Дементьева // Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов : материалы 5-го Международного симпозиума. – Бишкек : Научная станция Российской Академии наук, 2012. – Т. 2. – С. 266–271.
12. Попков В. И. Структурная геология зоны сочленения Черноморской впадины и Кавказа / В. И. Попков // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсах Академии наук Республики Башкортостан. – 2010. – № 15. – С. 21–28.
13. Попков В. И. Чешуйчато-надвиговое строение Северо-Западного Кавказа / В. И. Попков // Доклады Российской Академии наук. – 2006. – Т. 411, № 2. – С. 223–225.
14. Попков И. В. Новые представления о строении и перспективах нефтегазоносности Северо-Западного Кавказа по данным сейсморазведки / И. В. Попков // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 4 (47). – С. 50–55.
15. Попков И. В. Об аномально высокой скорости тектонических движений в областях развития грязевого вулканизма / И. В. Попков // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсах Академии наук Республики Башкортостан. – 2012. – № 18. – С. 96–99.
16. Холодов В. Н. О природе грязевых вулканов / В. Н. Холодов. – Москва : Геологический институт Российской Академии наук, 2004. – С. 46–58.
17. Шарданов А. Н. Новые данные о тектонике западного погружения Кавказа и Тамани / А. Н. Шарданов // Труды Кубанского филиала Всероссийского нефтегазового научно-исследовательского института им. академика А. П. Крылова. – Москва : Гостоптехиздат, 1961. – Вып. 6. – С. 204–221.

References

1. Bobylev V. V., Pishvanova L. S., Yatsenko T. V. K tektonike Kerchensko-Tamanskoy zony [By tectonics of Kerch-Taman zone]. *Geologiya nefi i gaza* [Oil and Gas Geology], 1981, no. 7, pp. 36–41.
2. Gridin V. A., Golovanov P. M., Yengibaryan A. A. Usloviya formirovaniya lokalnykh struktur Tamanskogo poluostrova [Conditions of formation of local structures of the Taman Peninsula]. *Gazovaya promyshlennost* [Gas Industry], 2007, no 4, pp. 34–35.
3. Yengibaryan A. A. Litologo-fatsialnye i tektonicheskie kriterii neftegazonosnosti mezokaynozoysskikh otlozheniy Tamanskogo poluostrova [Lithological and faciel and tectonic criteria of oil and gas bearing of Meso-Cenozoic deposits of the Taman Peninsula], *Gazovaya promyshlennost* [Gas Industry], 2007, no 4, pp. 23–37.
4. Letavin A. I., Pererva V. M. *Razryvnaya tektonika i perspektivy neftegazonosnosti kraevoy zony Severo-Zapadnogo Kavkaza* [Breaking tectonics and prospects of oil and gas bearing of the marginal zone of the North-West Caucasus], Moscow, Nauka Publ., 1987. 88 p.

5. Limonov A. F. Gryazeve vulkany [Mud volcanoes]. *Sorosovskiy obrazovatelnyy zhurnal* [Soros Educational Journal], 2004, vol. 8, no. 1, pp. 63–69.
6. Peklo V. P. Geologicheskoe stroenie nekotorykh razvedochnykh ploshchadey yuzhnogo borta Zapadno-Kubanskogo progiba v svete novykh dannykh bureniya i perspektivy neftegazonosnosti [The geological structure of some prospecting areas of the southern edge of the West Kuban basin in the light of new data of the drilling and prospects of oil and gas bearing]. *Trudy Kubanskogo filiala Vserossiyskogo neftegazovogo nauchno-issledovatel'skogo instituta im. akademika A. P. Krylova* [Proceedings of Academician A. P. Krylov All-Russian Oil and Gas Scientific Research Institute], 1962, issue 10, pp. 28–39.
7. Pererva V. M. Perspektivy neftegazonosnosti i metody vyyavleniya zon razryvnykh struktur Severo-Zapadnogo Kavkaza [Prospects of oil and gas bearing and methods to identify areas of discontinuous structure of the North-West Caucasus]. *Geologiya nefti i gaza* [Oil and Gas Geology], 1981, no. 1, pp. 39–43.
8. Popkov V. I. Geodinamicheskaya obstanovka formirovaniya struktury zapadno-kavkazskikh kaynozoysskikh progibov [Geodynamic setting of structure formation of the Western Caucasus Cenozoic depressions]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2010, no. 3 (38), pp. 23–27.
9. Popkov V. I., Solov'ev V. A., Solov'eva L. P. Gryazevoy vulkanizm, seysmichnost i neftegazonosnost [Mud volcanism, seismicity and oil and gas bearing]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy* [Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields], 2010, no. 6, pp. 27–32.
10. Popkov V. I., Popkov I. V., Dementeva I. Ye. Novyy regionalnyy neftegazoperspektivnyy obekt Skifskoy plity [The new regional oil and gas facility Scythian plate] *Geologiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2011, no. 2, pp. 111–114.
11. Popkov V. I., Popkov I. V., Dementeva I. Ye. Struktura i istoriya razvitiya Zapadno-Kavkazskikh kaynozoysskikh progibov [The structure and evolution of the Western Caucasus Cenozoic depressions]. *Sovremennye problemy geodinamiki i geoekologii vnutrikontinentalnykh orogenov. Materialy 5-go Mezhdunarodnogo simpoziuma* [Modern Problems of Geodynamics and Geocology intracontinental orogenic. Proceedings of the 5th International Symposium], Bishkek, Nauchnaya stantsiya Rossiyskoy Akademii Nauk Publ., 2012, vol. 2, pp. 266–271.
12. Popkov V. I. Strukturnaya geologiya zony sochleneniya Chernomorskoj vpadiny i Kavkaza [Structural geology of the junction zone between the Black Sea basin and the Caucasus]. *Geologiya. Izvestiya Otdeleniya nauk o Zemle i prirodnnykh resursakh Akademii nauk Respubliki Bashkortostan* [Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences and Natural Resources of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan], 2010, no. 15, pp. 21–28.
13. Popkov V. I. Cheshuychato-nadvigovoe stroenie Severo-Zapadnogo Kavkaza [Squamousthrust structure of the North-West Caucasus]. *Doklady Rossiyskoy Akademii nauk* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences], 2006, vol. 411, no. 2, pp. 223–225.
14. Popkov I. V. Novye predstavleniya o stroenii i perspektivakh neftegazonosnosti Severo-Zapadnogo Kavkaza po dannym seysmorazvedki [New ideas about the structure and prospects of oil and gas bearing of the North-Western Caucasus according to seismic prospecting] *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography, and Global Energy], 2012, no. 4 (47), pp. 46–51.
15. Popkov I. V. Ob anomalno vysokoy skorosti tektonicheskikh dvizheniy v oblastiakh razvitiya gryazevog vulkanizma [The anomalously high rate of tectonic movements in the areas of mud volcanism]. *Geologiya. Izvestiya Otdeleniya nauk o Zemle i prirodnnykh resursakh Akademii nauk Respubliki Bashkortostan* [Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences and Natural Resources of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan], 2012, no. 18, pp. 96–99.
16. Kholodov V. N. *O prirode gryazevykh vulkanov* [On the nature of the mud volcanoes], Moscow, Geological Institute of Russian Academy of Sciences Publ. House, 2004, pp. 46–58.
17. Shardanov A. N. Novye dannye o tektonike zapadnogo pogruzheniya Kavkaza i Tamani [New data on the tectonics of the western plunge of the Caucasus and Taman]. *Trudy Kubanskogo filiala Vserossiyskogo neftegazovogo nauchno-issledovatel'skogo instituta im. akademika A. P. Krylova* [Proceedings of Academician A. P. Krylov All-Russian Oil and Gas Scientific Research Institute], 1961, issue 6, pp. 204–221.