

Целостная картина системы сбора, анализа и обобщения материалов по составлению геологической модели местоскопления нефти (газа) в случае решения динамических задач (прогноз добычи УВ, прогноз технико-экономических показателей и др.), а также при расчете запасов углеводородов дополняется подключением математического аппарата. Составляются соответствующие программы и выполняются расчеты на ЭВМ.

1. Крамбейн У., Кауфман М., Маккеммон Р. Модели геологических процессов. — М.: Мир, 1973.
2. Крамбейн У., Грейбилл Ф. Статистические модели в геологии. — М.: Мир, 1969.
3. Проблемы нефтегеологического подobia // ТР / ВНИГ-РИ. — Л., 1978.

УДК 553.98

ПОЛУОСТРОВ БУЗАЧИ — ОДИН ИЗ ВАЖНЕЙШИХ РАЙОНОВ НЕФТЕДОБЫЧИ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Д. Н. Нуkenов, С. А. Пунанова, Е. А. Насонова

(Мангистауский политехнический колледж, Республика Казахстан, Институт проблем нефти и газа РАН, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова)

Проведено комплексное изучение нефтегазоносности полуострова Бузачи — одного из важнейших районов нефтедобычи Западного Казахстана.

Привлечены данные геолого-геофизических, геохимических и палинологических исследований. Особое внимание в работе уделено микроэлементному составу нефтей. Подчеркивается, что нефти Бузачинского свода являются сернистыми, тяжелыми, высокомолибденовыми промышленно ванадиеносными нефтями, разработка которых сопряжена с необходимостью проведения экологической экспертизы.

Показано, что наиболее перспективные направления геолого-разведочных работ на территории региона связываются с поисками ловушек неантиклинального типа, а также с изучением нефтегазоносности доюрского комплекса пород.

Выделены регионы, наиболее перспективные для проведения работ в этих направлениях.

The Buzachi is one of the major oil producing areas in the West Kazakhstan.

There are the geological, geophysical, geochemical data in the article, but the main aspect of it is the trace elements content of oils. Oils of the Buzachi are sulphurous, heavy and include the considerable amount of pitch. Moreover, naphthenic crude contains industrial vanadium, whose extracting should make under ecological monitoring.

Now the more perspective approach to oil-exploration are the search no anticline traps and Pre-Jurassic complex.

последним данным, пермо-триасовые и девонско-каменноугольные отложения, и платформенный, сложенный осадочными породами юры, мела, палеогена и неогена [1].

Для платформенного чехла исследуемого района можно отметить некоторые характерные особенности морфологии структур, что выражается в их унаследованности и приуроченности к разрывным нарушениям промежуточного структурного этажа и фундамента, а также в широтном простирании. В поперечном сечении структуры имеют асимметричное строение с более крутым и узким северным крылом и пологим и широким южным.

Геолого-геофизические работы

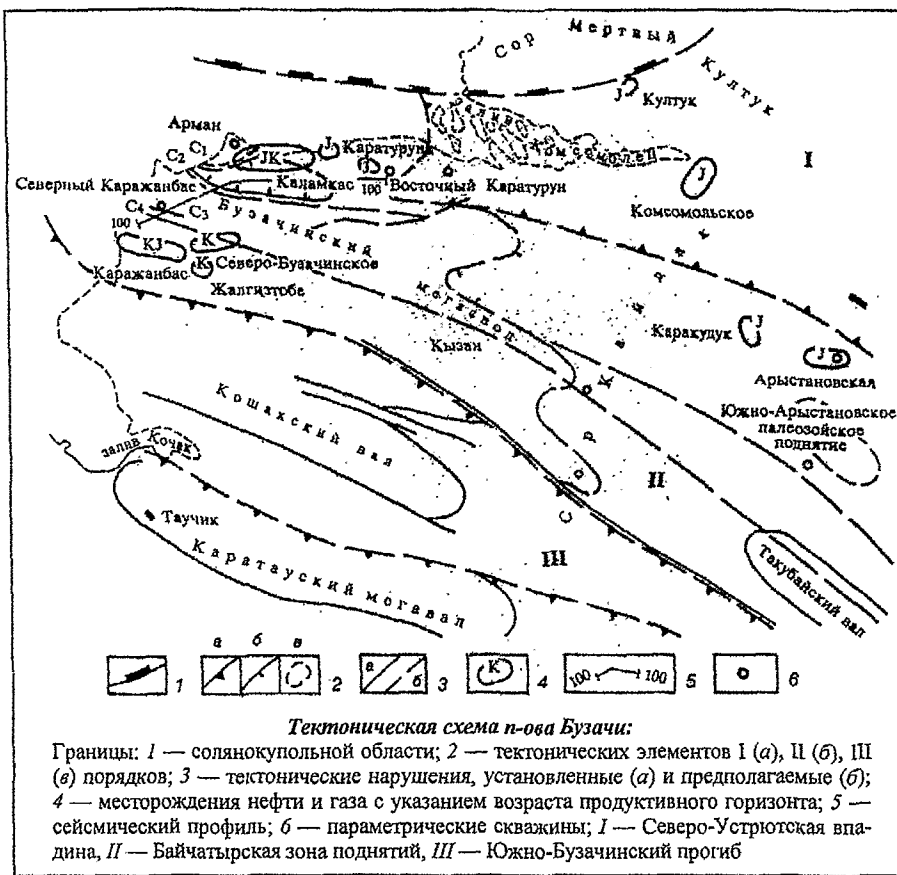
(АО "Мангышлакнефтегеофизика" под руководством В.В. Козмодемьянского) показали, что наиболее крупной тектонической структурой в пределах изучаемого региона является куполовидное поднятие — Бузачинский мегасвод, ограниченный солянокупольной областью на севере, Южно-Бузачинским прогибом на юге, Северо-Устюртской впадиной на востоке, Байчагырской зоной поднятий с Такубайским валом и Арыстановской ступенью на юго-востоке [5] (рисунок).

В юрско-меловых отложениях открыты и разрабатываются месторождения Каражанбас, Каламкас, Арман, Восточный и Южный Каратурун, Северные Бузачи, Жалгизтобе и др. [3].

Юрский нефтеносный комплекс представлен неравномерным переслаиванием песчано-алевритовых и глинистых пород. Залежи приурочены к пластам слабосцементированных песчаников, алевритов, песков толщиной от 10 до 25 м. Горизонты не выдержаны по простиранию и фациально изменчивы.

Полуостров Бузачи, расположенный в северо-восточной части Каспийского моря, приурочен к зоне сочленения двух платформ: древней Восточно-Европейской и молодой Центрально-Евразийской, что обусловило особенности его геологического строения и нефтегазоносность. Пограничное положение п-ова Бузачи между Прикаспийской впадиной (Южно-Эмбенская НГО) на севере, Южно-Мангышлакским НГО на юге и Северо-Устюртской НГО на востоке определило сходство и различие геологических и палеогеографических условий формирования продуктивных нефтегазоносных отложений, а также фазово-генетического типа флюидов с условиями, существовавшими в близлежащих регионах [8].

В разрезе п-ова Бузачи выделяются три различных по строению структурных этажа — каледонско-раннегерцинский, предположительно представленный метаморфизованными нижне-среднепалеозойскими породами фундамента; промежуточный, или доюрский, осадочный комплекс, охватывающий, по



Глубина залегания залежей изменяется от 400...500 м (месторождения Каражанбас, горизонты Ю-1, Ю-2; Северные Бузачи, Ю-1) до 1000 м (месторождение Каламкас, Ю-1, Ю-7). Максимальный этаж нефтегазоносности 360 м (месторождение Каламкас).

Нижнемеловой нефтеносный комплекс наиболее полно представлен на месторождении Каражанбас, где в отложениях неокома выделено 6 нефтеносных пластов (А, Б, В, Г, Д, Е), сложенных пестро- и сероцветными слабосцементированными терригенными породами: песками, глинами, алевролитами и песчаниками с микрофауной фораминифер и остракод.

Установленные флюидоупоры подразделяются на три типа: региональный, зональный и локальный. Региональные флюидоупоры представлены пачкой глин аптского возраста (на всей территории); зональные — породами песчано-глинистой пачки аален-байосского возраста, оксфорд-валанжинской и палеогеновой карбонатно-глинистой толщей (распространены только в Култукско-Самской депрессии и Южно-Бузачинском прогибе), а также глинистой пачкой готерива (Бузачинский свод). Флюидоупоры локального типа связаны с местными особенностями изменения коллекторских свойств пород.

Нефти Бузачинского свода независимо от их приуроченности к различным горизонтам являются тяжелыми (920...940 кг/м³), высокосмолистыми (18...30 %), сернистыми (до 2%), высоковязкими (до 500 мПа·с), с низкой температурой застывания (20...27 °С). Плотность, вязкость и содержание асфальто-смолистых веществ возрастают от сводовой части к

контурам. Характерные особенности нефтей — повышенное содержание микроэлементов и недонасыщение их газом в пластовых условиях. Газовый фактор от 5 до 25 м³/м³. Главным компонентом попутных газов является метан (97,1 %), а количество УВ не превышает 6...7%.

Состав основных микроэлементов (Fe, V, Ni, Cr, Cu, Mn) и физико-химические свойства исследованных нефтей месторождений Северные Бузачи и Каражанбас приведены в таблице. При составлении таблицы привлечены литературные данные о микроэлементном составе нефтей месторождений Дунга и Узень, расположенных в других структурных зонах [2, 9]. Месторождения Северные Бузачи и Каражанбас приурочены к Бузачинскому своду, а месторождения Узень и Дунга находятся в Южно-Мангышлакской нефтегазоносной области.

Ранее было показано, что по преобладающим элементам нефти практически всех нефтегазоносных областей и провинций дифференцируются на два крупных типа: ванадиевый и никелевый [9, 10].

Никелевый тип нефтей обладает незначительным содержанием асфальтенов и малым количеством смол и серы. Невелико и содержание микроэлементов в этих нефтях. Они явно обеднены ванадием (отношение ванадия к никелю меньше единицы), однако концентрации Fe, Ni, Zn, Pb и некоторых других металлов могут достигать более высоких значений. Это качественные и экологически чистые сорта нефтей.

Ванадиевый тип — это высокоциклические сернистые нефти с повышенным содержанием смолисто-асфальтеновых компонентов и высокой концентрацией микроэлементов, особенно V, Co, Mo, Cd, Cu, Mn. В этих нефтях ванадий преобладает над никелем (отношение ванадия к никелю больше единицы). При разработке таких месторождений необходимо провести экологическую экспертизу, так как возможно загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами — V, Ni, Cd, Co, Hg, As и др., относящимися к первой группе веществ экологической опасности.

Анализируя микроэлементный состав изученных нефтей, можно констатировать следующее.

1. Нефти среднеюрского возраста месторождения Северные Бузачи можно отнести к классу нефтей, обогащенных микроэлементами. Очень высоки в нефтях концентрации Fe, V, Ni, As, Co, Au, Cr, Cu,

Месторождение, номер скважины	Возраст	Глубина, м	Физико-химические свойства нефтей			Содержание микроэлементов, г/т						V/Ni
			ρ , кг/м ³	S, %	Σ C+A, %	Fe	V	Ni	Cr	Cu	Mn	
Бузачинский нефтегазоносный район												
<i>Бузачинский свод</i>												
Северные Бузачи	J ₂	470	940	1,9	24,4	660	240	29	3,8	2,2	1,3	8,3
Каражанбас, 108	J ₂	370	920	1,5	20,1	450	70	45	2,4	0,8	0,1	1,5
Каражанбас, 206	K ₁	267	930	1,7	21,2	1300	190	130	8,5	0,3	0,5	1,5
Южно-Мангышлакская нефтегазоносная область												
<i>Мангышлакско-Устюртская система прогибов</i>												
Узень, Г-3	J ₂	1331	825	0,20	9,4	14,0	0,5	4,9	0,03	0,03	0,6	0,1
<i>Сегендыкская впадина</i>												
Дунга, 29, 27	K ₁	—	—	—	—	3,0	0,19	2,0	0,6	0,65	1,28	0,1
Дунга, 1	J ₃	—	—	—	—	2,9	0,22	1,05	0,05	0,23	0,34	0,2
Прикумско-Сухокумская нефтегазоносная область												
Средние данные	Mz	—	834	0,11	9,27	3,7	0,1	0,2	0,3	0,04	0,08	0,5
Бухаро-Хивинская нефтегазоносная область												
Средние данные	Mz	—	875	1,35	13,43	1,2	0,35	0,5	0,02	0,04	0,04	0,7
Аму-Дарьинская нефтегазоносная область												
Средние данные	Mz	—	—	—	—	49,4	0,7	5,6	0,05	0,3	0,1	0,1
Волго-Уральская нефтегазоносная область (Башкирия)												
Средние данные	Pz	—	916	2,8	25,4	120,0	204,0	82,0	1,2	0,7	1,2	2,6

Zn (V = 240 г/т; Ni = 29 г/т). Преобладание ванадия над никелем (V/Ni = 8,3) свидетельствует о ванадиевом типе нефтей. Столь высокое содержание ванадия (>100 г/т), значительно превышающее кларковое, позволяет считать нефти месторождения Северные Бузачи промышленно ванадиеносным сырьем. Ванадиевые нефти месторождения Северные Бузачи — это высокоциклические, сернистые нефти с высокой плотностью и повышенным содержанием смолисто-асфальтеновых компонентов. При разработке этих месторождений необходимо провести экологическую экспертизу. Наблюдаемые повышенные концентрации микроэлементов и высокие значения генетического показателя (отношения вандия к никелю) свидетельствуют о вторичных процессах преобразования этих нефтей, попавших в зону приповерхностных условий, т.е. о процессах их биодеградаций.

2. Сравнение нефтей месторождений Северные Бузачи и Каражанбас позволяет говорить об их генетической близости и достаточно сходных процессах формирования залежей. Нефти юрского и мелового возраста месторождения Каражанбас также относятся к промышленно ванадиеносным, причем они, вероятно, были менее затронуты процессами биодеградаций, нежели нефти месторождения Северные Бузачи (об этом свидетельствует более низкое отношение ванадия к никелю).

3. Две пробы нефти месторождения Дунга (скв. 27 и 29) очень близки по содержанию и соотношению изученных микроэлементов. Концентрации металлов в нефтях низкие — от 3,2 (железо) до 0,18 (ванадий) г/т, т.е. эти нефти относятся к группе нефтей, обедненных микроэлементами. Отношение ванадия к никелю меньше единицы, что свидетельст-

вует о преобладающем гумусовом типе исходного органического вещества. Концентрационные ряды микроэлементов представляют собой следующую последовательность: в скв. 29 — Fe > Ni > Mn > Cr > Cu > V; в скв. 27 — Fe > Ni > Mn > Cu > Cr > V, что позволяет отнести исследованные нефти к никелевому типу.

4. Сравнение нефтей месторождения Дунга юрского и мелового нефтегазоносных комплексов говорит об их генетической близости (V/Ni < 1, низкие концентрации микроэлементов, аналогичный концентрационный ряд — Fe > Ni > Mn > Cu > V > Cr). Незначительные различия в содержании металлов могут быть связаны с миграционными процессами. Об этом свидетельствуют и соотношения V/Cu и Ni/Cu, которые отнесены к миграционным показателям. Так, отношения V/Cu и Ni/Cu в нефтях уменьшаются вверх по разрезу (соответственно от 1,0 до 0,3 и от 5,0 до 3,1), что характерно для флюидов, подвергшихся миграционным трансформациям. Нефть месторождения Узень по составу МЭ близка к нефтям месторождения Дунга — это никелевый тип углеводородного флюида, обедненный микроэлементами.

5. Нефти Бузачинского свода резко отличаются от нефтей того же возраста, приуроченных к другим структурным элементам (месторождения Узень и Дунга) и относящихся к классу нефтей, обедненных металлами. Генетический показатель — отношение ванадия к никелю меньше единицы. Это слабо преобразованные, легкие, малосмолистые, бессернистые нефти, являющиеся качественным и экологически чистым сырьем. Наблюдается сходство микроэлементной характеристики нефтей месторождений Дунга и Узень с нефтями из мезозойских отло-

жений Бухаро-Хивинской, Аму-Дарьинской и Прикумско-Сухокумской областей. Нефти же Бузачинского свода, характеризующиеся как тяжелые высокованадиевые и имеющие сходство с нефтями Татари, Башкирии, Ульяновской области, могут служить не только углеводородным сырьем, но и альтернативным источником металлов. Представляют опасность экологического загрязнения (см. таблицу).

Исследования УВ состава нефтей п-ова Бузачи методом газожидкостной хроматографии (Чахмахчев В. А., 1999) показали следующее.

Нефть месторождения Северные Бузачи практически полностью лишена алканов и не содержит бензинов. На хроматограмме она представлена сплошным горбом. Слабо выражены пики *n*-пристана (C_{18}), пристана (C_{19}) и фитана (C_{20}). Эти преимущественно нафтенковые нефти сильно изменены процессами биodeградации и окисления. Процессы разрушения воздействуют в первую очередь на нормальные алканы, а затем на изопреноидные соединения. Нефти месторождения Каражанбас более парафинистые, особенно из неокомского горизонта. В них процессы разрушения алканов были менее интенсивными. Примером неизмененных нефтей являются нефти месторождения Узень. Эта нефть не биodeградирована, отличается высоким содержанием (до 25 %) нормальных алканов, особенно твердых парафинов. Представляется, что исследованные нефти как юрского, так и мелового возраста Бузачинской нефтегазоносной области имеют единый источник образования. Нефтематеринскими являются среднеюрские аргиллиты, а некоторые отличия в свойствах нефтей и их микроэлементном составе объясняются различной интенсивностью процессов гипергенного преобразования флюидов.

Гипергенные процессы обусловлены чаще всего орогеническими воздыманиями тех или иных участков земной коры, в результате которых нефтяные пласты-коллекторы или выводятся на дневную поверхность, или приближаются к ней.

В зоне гипергенеза основными процессами, изменяющими состав нефти, являются потеря легких углеводородных фракций, биodeградация парафиновых УВ, остаточное накопление асфальто-смолистых компонентов и их новообразование, химическое окисление и осернение нефтей. В целом все эти процессы приводят к относительному обогащению нефтей микроэлементами, связанными со смолисто-асфальтовыми компонентами, т. е. V, Ni, Co, Mn, Cd и др.

Кроме того, смолисто-асфальтоновые компоненты нефтей, контактирующих с маломинерализованными пластовыми водами в зоне гипергенеза, способны сорбировать из вод МЭ с переменной валентностью, такие как V, U, Fe и др. Такая направленность перераспределения МЭ хорошо подтверждается и данными лабораторного моделирования [7].

Таким образом, в пределах территории п-ова Бузачи и близлежащих регионов идентифицируются нефти двух типов: никелевые — легкие, практически лишенные микроэлементов, преобразованные, возможно, связанные с гумусовым типом исходного ОВ, и ванадиевые — тяжелые, смолистые, вязкие, с высоким содержанием микроэлементов, преобладанием ванадия. Соотношение ванадия и никеля в этих нефтях различное: в тяжелых оно выше единицы, в легких — ниже. Этот генетический показатель свидетельствует о различном типе исходного органического вещества, отвечающем сапропелевому и гумусовому его составу, а также о нескольких этапах нефтеобразования на исследуемой территории.

Месторождения п-ва Бузачи в гидродинамическом отношении расположены в области преимущественного проявления элизионного режима, который характеризуется затрудненным водообменом или относительным застоём пластовых вод. В гидрохимическом плане месторождения приурочены к зоне сплошного распространения высокоминерализованных вод, относящихся к хлоркальцевому типу.

Нефтяные залежи пластово-сводового типа, тектонически и литологически экранированные. Нефтегазонакопление контролируется глубинными разломами, дизъюнктивными нарушениями, брахиантиклинальными складками субширотного простирания.

В настоящее время фонд залежей, связанных с антиклинальными ловушками, исчерпан, поэтому возникает необходимость поиска и разведки залежей, приуроченных к ловушкам неантиклинального типа, а также изучения перспектив нефтегазоносности доюрского комплекса пород [4, 12].

Выделены три зоны наиболее перспективные для обнаружения неантиклинальных ловушек.

Первая зона расположена к северо-западу от структур Каражанбас — Северные Бузачи — Каламкас, в сторону Прикаспийской впадины. Две другие — области сочленения Бузачинского свода с Култукско-Самской депрессией и Южно-Бузачинским прогибом. Именно в этих зонах фиксируется резкое наращивание разрезов юрской толщи (главным образом за счет нижних и частично верхних их частей) и толщи верхнего триаса (Култукско-Самская депрессия).

В палеозойском комплексе отложений как наиболее перспективные для поисков скоплений нефти и газа выделяются Центральнбузачинский и Северный блоки Бузачинского свода.

Наиболее перспективными в нефтегазоносном отношении являются карбонатные и терригенно-карбонатные породы нижней перми и верхнего карбона с высоким содержанием $C_{орг}$. Условия образования позволяют сделать вывод о наличии в их составе рифовых фаций. На перспективность этой нижнепермско-каменноугольной формации, развитой в наиболее погруженных зонах северной части

п-ова Бузачи (Каламкас — Каратурунская зона), указывают и прямые признаки нефтегазоносности, полученные за последние годы в результате глубокого бурения на отдельных разведочных площадях [5]. Одновозрастная формация сходного строения распространена в пределах Южной Эмбы.

По данным литолого-палинологических исследований [1, 6] установлено, что в меловых и юрских нефтях месторождений Каражанбас и Каламкас преобладают палеозойские (девонско-каменноугольные) виды миоспор и акритарх. Присутствие палеозойских микрофасилий свидетельствует о вертикальной миграции флюидов из доюрских отложений. Этот вывод подтверждается также геохимическими и люминисцентно-битуминологическими исследованиями палеозойских отложений, вскрытых на площадях Восточный Каратурун и Арман. Согласно этим исследованиям, в породах, помимо тяжелой окисленной нефти, обнаружены легкие углеводородные флюиды.

Обобщение данных геолого-геохимических и палинологических исследований указывает, таким образом, на возможную генерацию нефтидов палеозойскими отложениями и тем самым на вероятное формирование юрско-меловых залежей п-ова Бузачи за счет вертикальной миграции УВ из палеозойского комплекса, т.е. позволяет положительно оценить перспективы его нефтегазоносности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багдасарян Л.Л. Микроорганические остатки в нефтях п-ова Бузачи // *Тр. / ВНИГРИ*. — 1976. — Вып. 384. — С. 67—71.
2. Новые нефти Казахстана и их использование / С.Ф. Бакирова, Б.М. Куандыков и др. — Алматы: Гылым, 1993. — 196 с.
3. Геология и нефтегазоносность полуострова Бузачи и прилегающей акватории Каспийского моря / В.В. Грибков,

А.И. Димаков, А.М. Нурманов и др. *Тр. / ВНИГРИ*. — 1979. — Вып. 384. — С. 13—25.

4. Карцева О. А. Литологические и геохимические предпосылки перспектив нефтегазоносности доюрских отложений Устюрта и полуострова Бузачи // *Литология и полезные ископаемые*. — 1982. — № 6. — С. 99—112.
5. Козмодемьянский В.В., Салимгиреев М.Ж., Виноградова К.В. Особенности строения доюрского структурного комплекса п-ова Бузачи в связи с перспективами нефтегазоносности // *Геология нефти и газа*. — 1995. — № 10. — С. 9—15.
6. Литолого-палинологические предпосылки поисков УВ в нижних структурных этажах месторождения Каражанбас. Окончательный отчет по договорной теме 2/92 с ОЭ НГДУ "Каражанбастермнефть". — Москва-Актау, 1992.
7. Изменение микроэлементного состава нефтей в зоне гипергенеза / И.Ф. Лосицкая, С.А. Пуланова, Р.А. Семенова и др. // *Геохимия*. — 1987. — № 9. — С. 1352—1359.
8. Насонова Е.А. Современная нефтегазоносность полуострова Бузачи и перспективы открытия новых залежей углеводородов в северо-восточной части Каспийского моря // *Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. Материалы Четвертой международной конференции*. — М.: МГУ, 2000. — С. 229—231.
9. Нукенов Д. Н., Пуланова С. А., Агафонова З. Г. Металлы в нефтях, их концентрации и методы извлечения. — М.: ГЕОС, 2001. — 77 с.
10. Нукенов Д. Н., Пуланова С. А. Металлы в нефтидах и перспективы добычи ванадия в нефтях Бузачинского свода Туранской платформы // *Современные проблемы геологии нефти и газа*. — М.: Научный Мир, 2001. — С. 347—353.
11. Попков В.И. Тектоника Запада Туранской плиты. — М.: "Недра", 1992. — 147 с.
12. Проничева М. В., Голов А. А., Пашков Ю. В. Перспективы поисков залежей нефти и газа в неантиклинальных ловушках на полуострове Бузачи // *Геология нефти и газа*. — 1981. — № 9. — С. 8—12.