

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/13_2020

УДК 553.981:552.54:551.761.3(470.6)

Попков В.И., Чаицкий В.П., Попков И.В., Пинчук Т.Н.Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет» (ФГБОУ ВО «КубГУ»), Краснодар, Россия, geoskubsu@mail.ru

ВЕРХНЕТРИАСОВАЯ ГАЗОНОСНАЯ КАРБОНАТНАЯ ФОРМАЦИЯ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Проведён детальный литолого-стратиграфический анализ карбонатных отложений верхнего триаса Западного Предкавказья. Дана характеристика разрезов, вскрытых глубокими скважинами в различных тектонических зонах, выполнена их корреляция. Определены границы распространения карбонатной формации. Анализ материалов опробовательских работ в скважинах свидетельствует о возможности формирования в этом комплексе самостоятельных газовых залежей. Морфология резервуаров в низкопроницаемых карбонатных отложениях в значительной степени будет контролироваться участками развития вторичных коллекторов, связанных зонами новейшей тектонической трециноватости. Определена зона вероятного развития рифогенных построек.

Ключевые слова: карбонатная формация, газоносность, морфология резервуаров газа, верхний триас, Западное Предкавказье.

Введение

Отложения триаса в Западном Предкавказье имеют широкое площадное распространение. Здесь они вскрыты многими глубокими скважинами, а южнее, между рр. Малая Лаба и Белая на Северном Кавказе, они выходят на дневную поверхность. Литология и стратиграфия обнаженного триаса изучались с 1907 г., и к концу 60-х гг. прошлого века они в основном исследованы. На значительно большей территории запада Скифской платформы исследования к тому времени только начались, и в последующем данной проблеме посвящены работы многих авторов, таких как Г.М. Аладатов, Н.В. Безносков, П.В. Бигун, Н.И. Бойко, Е.А. Гофман, А.М. Данилевич, В.Л. Егоян, Н.А. Ефимова, А.И. Летавин, Н.Е. Митин, Б.М. Никифоров, Т.Н. Пинчук, В.Н. Робинсон, К.О. Ростовцев, В.П. Чаицкий и др. Однако и к настоящему моменту существуют серьезные разночтения в определении возраста отложений, вскрытых скважинами на поисково-разведочных площадях, корреляции их разрезов и формационной принадлежности. В то же время многие скважины дали при опробовании значительные, в том числе и промышленные притоки газа из триасовых отложений, но каков возраст этих продуктивных горизонтов – вопрос остается предметом дискуссий до сегодняшнего дня. Несомненно, что без детальных литолого-стратиграфических исследований невозможно составить представление о геологическом строении региона и,

следовательно, правильно определить направление поисковых работ на полезные ископаемые. Изложенное выше в полной мере относится и к отложениям верхнего триаса.

Выполненные авторами исследования позволили выделить в разрезе верхнего триаса снизу вверх три формации: вулканогенно-терригенную (крыловская свита) – верхняя часть ладинского – карнийский ярусы, терригенную аргиллито-алевролитовую (ясенская серия) и карбонатную (великовечненская свита) – норийский ярус [Чаицкий и др., 2020]. Объектом рассмотрения данной статьи является карбонатная формация.

Материалы и методы исследований

Выполнены макро- и микроскопические исследования кернового материала. Собран и обобщен материал по биостратиграфии, при необходимости производились определения вновь обнаруженных находок фауны. Произведено детальное литолого-стратиграфическое расчленение разрезов, вскрытых глубокими скважинами. Для расчленения разреза использовался комплекс геофизических методов исследований скважин, включающий все виды каротажа. Составлены типовые разрезы верхнего триаса, проведена их корреляция.

В связи с тем, что скважинная информация зачастую носит дискретный характер, при разработке стратиграфии триаса Западного Предкавказья не только правомерно, но и необходимо использовать данные по Северному Кавказу, где литолого-фациальная зональность отложений хорошо изучена ([Бойко, 1993; Дагис, 1962; Робинсон, 1968] и др.). Последнее способствовало решению поставленной задачи в полном объеме.

Проанализированы результаты пластоиспытаний и опробовательских работ в скважинах. Используются лабораторные данные о коллекторских свойствах пород и их фильтрационных свойствах. Для решения нефтегазгеологических задач привлечены также сведения по другим регионам Скифско-Туранской молодой платформы.

Результаты исследований

Комплексный анализ строения разрезов с учетом современных представлений о биостратиграфии верхнего триаса запада Скифской платформы позволил выделить в его составе карбонатные отложения, среди которых преобладают массивные известняки и доломиты. Они вскрыты скважинами нередко на очень удаленных друг от друга площадях (рис. 1).

Наиболее полный и лучше освещенный керном разрез массивных известняков и доломитов пройден в скв. 11 на Великой площади, расположенной в 2-3 км северо-западнее села Великовечное. Ранее этот разрез описан как типовой великовечненской свиты верхней перми [Митин, Чаицкий, Шевченко, 1978]. В результате детальных площадных

стратиграфических исследований появился новый фактический материал, позволивший изменить ее возраст на норийский.

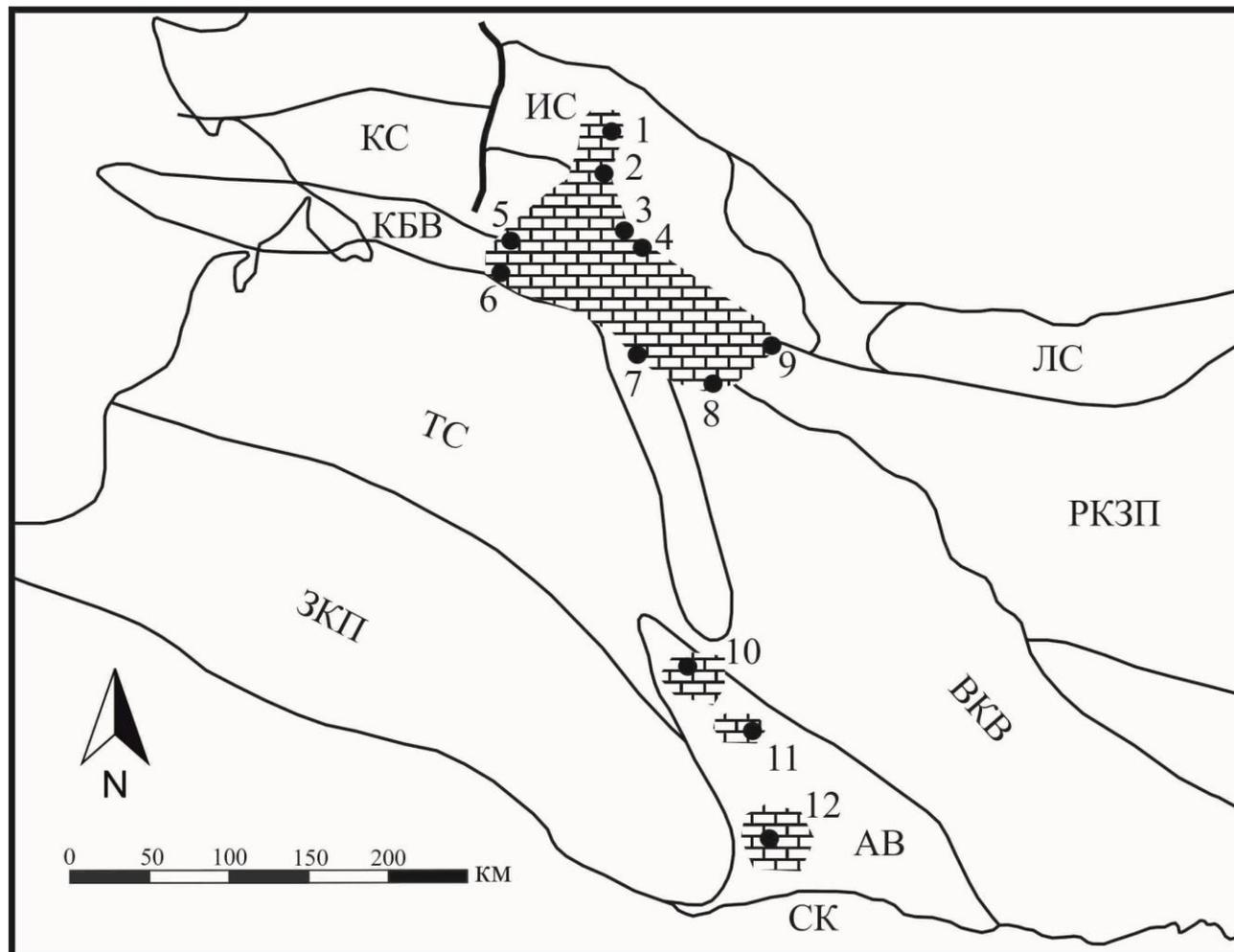


Рис. 1. Тектоническая схема Западного Предкавказья

Тектонические элементы: КС – Копанская синклиналь, КБВ – Каневско-Березанский вал, ИС – Ирклиевская синклиналь, РКЗП – Расшеватско-Кропоткинская зона поднятий, ЛС – Ладовская синклиналь, ТС – Тимашевская ступень, ВКВ – Восточно-Кубанская впадина, ЗКП – Западно-Кубанский прогиб, АВ – Адыгейский выступ, СК – Северный Кавказ.

Площади, на которых скважинами вскрыты карбонатные отложения верхнего триаса: 1 – Уманская, 2 – Граничная, 3 – Северо-Сердюковская, 4 – Северо-Ирклиевская, 5 – Челбасская, 6 – Северо-Брюховецкая, 7 – Березанская, 8 – Алексеевская, 9 – Восточно-Березанская, 10 – Великая, 11 – Майкопская, 12 – Краснодагестанская.

На Великой площади сейсмическими работами выявлена в отложениях нижнего мела двухкупольная антиклинальная складка. На восточном куполе пробурены три скважины (с юга на север - 8, 11 и 9), которые под нижним мелом вскрыли аляскитовые граниты (скв. 8) и залегающие над ними карбонатные отложения великовечненской свиты (скважины 11 и 9). Сква. 15, заложенной на западном куполе, пройдены под нижним мелом карбонатные отложения, залегающие непосредственно на аляскитовых гранитах (рис. 2).

Доломиты серые и светло-серые, реже белые, розовые и пятнистые, массивные, неравномернозернистые и брекчиевидные, участками перемятые, трещиноватые. Трещины заполнены доломитом. По структуре различаются тонко-, мелко- и среднезернистые, отвечающие разным стадиям доломитизации. В тонкозернистых встречается микрофауна, а в среднезернистых она отсутствует. В кровле нижней пачки и в верхней пачке породы кавернозные.

Известняки серые, органогенные, массивные, доломитизированные участками, частично перекристаллизованные, секутся прожилками доломита. Органические остатки представлены фораминиферами, криноидеями и кораллами. Некоторые раковины замещены сгустками пелитоморфного карбоната. В результате перекристаллизации и доломитизации часть раковин исчезла. Цементом служит разнозернистый кальцит.

Вскрытая мощность великовечненской свиты составляет 125 м. В нижней пачке среди доломитов встречен тонкий прослой черных известковистых сланцеватых глин. Угол падения контакта - 35-42°.

Скв. 9 пробурена в 350 м севернее скв. 11 и вскрыла под нижним мелом в интервале 3669-3764 м (забой) несколько иной разрез великовечненской свиты, который по построениям представляет более высокие ее слои.

По двум отборам керна и каротажу свита сложена пластами доломитизированных известняков, разделенных глинистыми отложениями темно-серыми и черными с буроватым оттенком, местами с тонкими прослоями кварцевого песчаника. Аналогичный разрез вскрыли скважины 1 Северо-Сердюковская и 3 Уманская. Неполная мощность великовечненской свиты в скв. 9 составляет 95 м.

Скв. 15 (площадь Великая) вскрыла карбонатные отложения под нижним мелом в интервале 3655-3693 м. Нижняя пачка (инт. 3660-3693 м) представлена известняками, залегающими на аляскитовых гранитах. По каротажной характеристике она идентична нижней пачке в скв. 11. Над ней залегает глинистый раздел (инт. 3659-3660 м), не содержащий прослоев песчаников. Верхняя пачка почти полностью размыта. Сохранился только один нижний пласт доломита толщиной 4 м. Характеризуется он массивным строением и высокой пористостью.

Известняки нижней пачки серые и розоватые, органогенные, массивные, тонкозернистые, кавернозные и брекчированные, секутся прожилками кальцита, реже доломита с битумом. Органические остатки представлены преимущественно фораминиферами, малочисленными кораллами, стеблями морских лилий и створками брахиопод. Вскрытая мощность великовечненской свиты составляет 38 м.

Имеющийся материал дает основание считать, что в скв. 11 рифогенные отложения

подверглись доломитизации. Скви. 9 прошла, вероятно, по зарифовым отложениям, представленных доломитами, доломитовыми мергелями и доломитовой брекчией. В скви. 15 ядро небольшого рифа или биогерма сложено органогенными известняками, а перекрывающие его карбонатные отложения почти полностью размыты.

Разделяет толщу карбонатных пород на две пачки – нижнюю и верхнюю, глинистый горизонт, четко выделяющийся в скважинах 11 и 15. Он является надежным каротажным репером для великовечненской свиты. Нижняя пачка сохранилась от размыва как на Великой площади, так и за ее пределами, и кровля ее легко узнается по каротажным диаграммам по особому характеру изменений сопротивлений.

Изложенное выше показывает, что известняки норийского яруса формировались в неспокойной тектонической обстановке. Небольшие дифференцированные движения дна бассейна и суши приводили к смене условий осадконакопления, в результате чего карбонатонакопление сменялось на короткое время отложением терригенного материала, а вблизи суши выпадал средний цикл образования известняков. Поскольку тектонические движения охватили большую территорию, то это явление является региональным.

Другая важная роль глинистого раздела заключается в том, что электрические сопротивления залегающих под ним известняков нижней пачки резко понижаются в кровле. Это явление наблюдается во всех скважинах, даже далеко удаленных друг от друга, и является диагностическим признаком великовечненской свиты.

Скви. 165 Майкопская вскрыла под нижней юрой в интервале 3088-3150 м (забой) известняки темно-серые, прослоями светло-серые, микрозернистые, массивные с редкими тонкими глинистыми прослоями под углом 80°. По электрокаротажной характеристике разрез идентичен нижней пачке в скви. 11 Великая. Глинистый раздел размыт, но кровля пачки сохранилась.

На Краснодагестанской площади великовечненская свита вскрыта под нижней юрой скважинами 901, 915, 990 и 995. В скви. 901 свита залегает в интервале 2335-2394 м (забой). Каротажом охвачена до глубины 2366 м. В процессе ее бурения при забое 2385 м началось поглощение бурового раствора, которое ликвидировано. При дальнейшем углублении оно возобновилось, поэтому на глубине 2394 м бурение остановлено. Согласно каротажу и керну в интервале 2354-2364 м залегают пестроцветные мелкозернистые известняки. В керне из интервала 2356-2363 м встречены поздне триасовые брахиоподы, определенные К.О. Ростовцевым как *Caucasorhyndia cf. kunensis* Dagys [Юдин, Данков, Жабрева, 1974]. Ниже до забоя по данным бурения скважины залегают сильно кавернозные известняки. Выше, в интервале 2347-2354 м электрические сопротивления пород резко понижаются и перекрываются глинистыми отложениями толщиной 12 м. Пройденная мощность свиты

составляет 59 м.

Скв. 915 вскрыла в интервале 2349-2415 м (забой) известняки пятнистые (розовые и белые), органогенные, брекчиевидные. В шламе из глубины 2349 м присутствовала глина с прослоями бурого и белого известняков.

Наиболее полный разрез великовечненской свиты представлен в скв. 990 в интервале 1999-2152 м (см. рис. 2). Залегает она на верхнепалеозойских гранодиоритах. В ее составе выделяются три пачки известняков, разделенные двумя глинистыми разделами в интервалах 2125-2135 и 2039-2045 м. Нижняя пачка имеет мощность 12 м, средняя - 80 м и верхняя 40 м. Единственный керн отобран из средней пачки. Представлен он глинистыми известняками светло-серыми и серыми с кремовым оттенком. Карбонатность их изменяется от 78,4 до 83,8%.

В скв. 995 в результате аварии отсутствует каротаж в интервале 1960-2004 м, поэтому точная глубина залегания кровли великовечненской свиты осталась неизвестной. В интервале 2004-2085 м (забой) разрез ее сложен двумя пачками карбонатных пород, которые разделены глинистыми отложениями в интервале 2044-2047 м. По электрокаротажной характеристике они соответствуют средней и верхней пачкам скв. 990. Керн в интервале 2001-2004 м представлен доломитом с прослоем глины толщиной 2 см. Мощность свиты - более 80 м.

На Алексеевской площади, расположенной на юго-западном склоне одноименного вала, скв. 3 вскрыла под нижним мелом в интервале 2422-3467 м (забой) карбонатные отложения великовечненской свиты. По каротажной диаграмме разрез ее идентичен скв. 11 Великая. На нижней пачке (инт. 3432-3467 м) залегают глинистые отложения (инт. 3427-3432 м), перекрытые верхней пачкой, от которой сохранилось после размыва всего 5 м. Нижняя пачка сложена известняками серыми и темно-серыми, массивными, пелитоморфными с небольшим количеством мелкозернистого кальцита, прослоями слабо доломитизированными. Примесь представлена единичными зернами кварца и лейкоксеном. Среди известняков присутствуют тонкие прослои аргиллитов, обогащенных углистыми остатками. Аргиллиты темно-серые, известковистые. Угол падения слоев составляет 70° .

Подстилающие отложения не вскрыты, но о них можно судить по соседним скважинам этой площади. Скв. 2, пробуренная в 2,8 км севернее скв. 3, под предположительно нижней юрой вошла на глубине 3408 м в переслаивающиеся красновато-бурые аргиллиты и алевролиты и прошла по ним 68 м. Этот разрез по каротажной характеристике близок верхней части леушковской свиты в скв. 1 Южно-Леушковская, находящейся в 10,8 км западнее. Поскольку поверхность палеозойских сланцев вала воздымается в северо-западном направлении, то известняки скв. 3 должны подстилаться леушковской свитой.

Западнее Березанской площади скв. 2 Братковская вскрыла под нижним мелом в

интервале 3388-3500 м (забой) карбонатные отложения, среди которых в интервале 3491-3495 м присутствует глинистый раздел. Разрез сложен обломочными известняками (карбонатность 95%) светло-серыми, состоящими из фрагментов пелитоморфных и кристаллических известняков с примесью известковистых органических остатков. Среди фораминифер Л.Г. Белокопытова определила *Lenticulina sp.indet.*, *Planiinvolutina mesotassica Dron* и др. [Бигун, Пинчук, 2004], которые характерны для склоновых фаций рифогенных отложений верхнего триаса Северного Кавказа [Дагис, 1962].

В 22,8 км на юго-запад от скв. 40 Челбасская пробурена скв. 3 Северо-Брюховецкая, которая вскрыла под нижним мелом в интервале 2471-2515 м (забой) известняки (карбонатность 100%) белые с кремовым оттенком, массивные, сильно трещиноватые.

Следующим участком обнаружения массивных известняков великовечненской свиты является скв. 1 Северо-Ирклиевская, расположенная в 28,8 км строго на север от скв. 1 Березанская (Выселковской опорной). Она вскрыла под нижним мелом в интервале 2751-2805 м (забой) известняки с глинистым прослоем в интервале 2756-2758 м. По электрокаротажной характеристике разрез идентичен скв. 11 Великая. Глинистый раздел расчленяет его на две пачки – нижнюю (инт. 2758-2805 м) и верхнюю (инт. 2751-2756 м) сильно размытую. Нижняя сложена известняками светло-серыми и красноватыми. Их карбонатность - 93,7%. Вскрытая мощность свиты - 54 м.

Северо-западнее скв. 1 Северо-Ирклиевская находится Северо-Сердюковская площадь, на которой пробурены две скважины на расстоянии 2,4-2,5 км от нее и 1,6 км друг от друга. Скв. 1 вскрыла под нижним мелом в интервале 2725-2805 м (забой) карбонатные отложения, представленные глинистыми доломитами, доломитовыми мергелями и доломитовой брекчийей.

Доломитовые мергели серые до темно-серых, содержат включения обуглившихся растительных остатков. Основная масса тонко- и мелкозернистая, в ней присутствует примесь лейкоксена, пирита, реже кварца. Секущие прожилки доломита покрыты белым налетом мучнистого доломита, свидетельствующего о выветривании (дедоломитизации).

Доломитовые брекчии темно-серые, массивные, трещиноватые. Сложены остроугольными обломками глинистого доломита серого, темно-серого и светло-серого цвета размером 0,5-1 см, которые сцементированы светло-серым доломитом. Доломиты мелкозернистые, в отдельных участках пелитоморфные. В них встречается перекристаллизованная микрофауна, прожилки кварца, халцедона и карбоната, а в порах битум.

Скв. 2 вскрыла под нижним мелом в интервале 2740-2806 м (забой) карбонатные отложения, которые расчленены глинистым разделом (инт. 2748-2753 м) на две пачки –

нижнюю (инт. 2753-2806 м) и верхнюю (инт. 2740-2748 м). Нижняя сложена известняками с редкими тонкими прослоями темно-серых известковистых аргиллитов. Известняки серые, массивные, трещиноватые. Основная масса их микрозернистая, в которой присутствуют и более крупные зерна кальцита, рассеянный тонкозернистый кварц, углистая органика и единичная перекристаллизованная микрофауна. Трещины выполнены кальцитом. Неполная мощность карбонатных отложений - 66 м.

Уманская площадь находится в 6,5 км юго-западнее Ленинградской. Пробуренные на ней скважины выявили выступ субширотного простирания протяженностью 10 км. Скв. 1 заложена в своде поднятия и вскрыла под нижним мелом в интервале 2356-2401 м (забой) известняки, которые по каротажной характеристике аналогичны разрезу нижней пачки скв. 11 Великая.

По керну из интервала 2393-2401 м известняки серые и темно-серые, тонкозернистые, массивные, трещиноватые. Трещины расположены параллельно оси керна, по которым порода раскалывается. Некоторые из них выполнены кальцитом. Местами известняки более глинистые с углистыми остатками и пиритом. Угол падения слоев - 55°.

Скв. 3 Уманская, расположенная в 2,5 км восточнее скв. 1, вскрыла под нижним мелом в интервале 2329-2413 м (забой) карбонатные породы, которые глинистым разделом в интервале 2343-2348 м расчленены на две пачки – нижнюю (инт. 2348-2413 м) и верхнюю (инт. 2329-2343 м). Нижняя по каротажной характеристике аналогична разрезу скв. 1 Северо-Сердюковская. Сложена она в основном переслаивающимися пластами доломитов и доломитовых мергелей с редкими глинистыми прослоями. Все породы темно-серые и серые, местами бурые, перемятые, трещиноватые. Угол падения слоев - 60°.

Важную информацию об условиях залегания норийских известняков дала скв. 2 Восточно-Березанская, которая вскрыла под нижней юрой в интервале 4103-4133 м известняки темно-серые, мелкозернистые, с пустотами, выполненными халцедоном. Подстилаются они в интервале 4133-4150 м алевролитами светло-серыми, известковистыми, которые с размывом перекрывают подвергшиеся выветриванию слоистые карбонатные отложения выселковской свиты. Следует отметить, что норийские известняки хорошо диагностируются по разноцветной окраске, массивной текстуре, интенсивной доломитизации, кавернозности, локальным крупным скоплениям органических остатков, слагающих биогермы и рифы.

На Граничной площади под глинистыми отложениями альба скважинами пройдена пачка органогенно-обломочных известняков неопределенного возраста, обладающих высокой пористостью и содержащих промышленные запасы газа. В подошве пачки разрез сложен глинистыми отложениями толщиной 2-6 м. В скв. 24 они представлены красно-бурыми глинами плотными, неизвестковистыми, перематыми. Над ними залегают конгломераты и

гравелиты, состоящие из окатанных и полуокатанных обломков из подстилающих пачку вулканических пород. Мощность их обычно - 2-5 м, в единичных разрезах - до 13 м. Завершается разрез органогенно-обломочными известняками с примесью более мелкого обломочного материала, представленного продуктами разрушения вулканических пород.

Органогенно-обломочные известняки преимущественно светло-серые и серые, участками с буроватым, зеленоватым и кремовым оттенком, реже белые, темно-серые и черные. Всегда массивные, разнозернистые, брекчиевидные, в подошве с рассеянным гравием, пористые, кавернозные, трещиноватые. Сложены преимущественно обломками органических остатков разной величины с подчиненным количеством оолитов, а также терригенным обломочным материалом. Органические остатки представлены крупными кальцитизированными члениками криноидей и более мелкими водорослями, мшанками, раковинами пелеципод. Редко встречаются кораллиты, фораминиферы и гастроподы. Целые оолиты и их обломки сложены пелитоморфным известковым материалом. Терригенные компоненты представлены окатанными и полуокатанными обломками андезитов и дацитов размером до 3,5-4,5 мм, а также более мелкими зернами кварца и измененного плагиоклаза, бывшими вкрапленниками в них. Вверх по разрезу величина и количество обломков вулканических пород уменьшаются и остаются только кварц и плагиоклазы. В кровле органогенно-обломочных известняков появляются обломки глин и глауконит-кварцевого алевролита размером до 2 мм. Встречаются также единичные фрагменты пелитоморфного известняка с оолитами. Глауконит окатанный и неправильной формы. Вокруг обломков вулканических пород, кварца и органических остатков присутствует крустификационная каемка, состоящая из мелкозернистого кальцита.

Цемент в известняках поровый мелкозернистый кальцитовый, иногда доломитизированный и окрашен гидроксидами железа в коричневатый цвет. Часто наблюдается цемент крустификационного типа. Очень редко трещинки в известняках выполнены буроватыми гидроксидами железа. Карбонатность известняков изменяется от 70-76 до 90-98% в зависимости от количества присутствующего терригенного обломочного материала. Мощность органогенно-обломочных известняков изменяется от 0 до 24 м.

Пачка известняков залегает с размывом преимущественно на андезитах и дацитах крыловской свиты, реже - на карбонатных отложениях березанской серии [Попков, Пинчук, 2011], которые подверглись выветриванию, с присутствием в трещинах гидроксидов железа, окрасивших породы в пятна розоватого, красноватого и бурого цветов. Перекрываются известняки чаще морскими глинистыми отложениями альба, поэтому некоторые геологи считали их нижнемеловыми. Но в некоторых скважинах (3 и 16) они отсутствуют, и эти же отложения налегают соответственно на дациты крыловской свиты и карбонатные отложения

березанской серии, то есть известняки размыты в предальбское время. Следовательно, они не могут быть нижнемеловыми. Об это же свидетельствуют и условия их накопления, происходившее после преднорийской складчатости. На месте Граничной площади образовался остров, сложенный преимущественно вулканическими породами кислого и среднего состава. Об этом свидетельствует состав обломочного материала. Местами размыв более глубокий, поэтому обнажились карбонатные отложения березанской серии. Погружение острова под уровень моря сопровождалось размывом этих пород, а затем формированием органогенно-обломочных известняков. Наличие в них трещин, выполненных гидроксидами железа, указывает на то, что они некоторое время находились выше уровня моря и подверглись выветриванию. Только в альбское время они снова погрузились и их перекрыли морские глинистые осадки.

В Западном Предкавказье в разрезе нижнего мела такие известняки отсутствуют, но зато они присутствуют в основании бейсугской свиты. Так, в скв. 25 Челбасская они вскрыты в интервале 2326-2336 м, где подстилаются обломками сильно измененных вулканических пород предположительно базальтового состава. По электрокаротажной характеристике, составу и структуре высокопористые известняки скв. 25 идентичны известнякам Граничной площади. Следовательно, на Граничной и Челбасской площадях формирование органогенно-обломочных известняков происходило в аналогичных условиях после излияния андезитодацитовой магмы, то есть они моложе карнийских образований. Это послужило основанием для отнесения их к норийскому ярусу.

Перспективы нефтегазоносности

Проведенные исследования, а также анализ результатов поисково-разведочных работ в Западном Предкавказье позволяют положительно оценить перспективы открытия промышленных скоплений углеводородов в отложениях верхнего триаса. Несомненный практический интерес представляют известняки и доломиты великовечненской свиты, несмотря на то, что поиски в них залежей нефти и газа в прошлые годы не увенчались заметным успехом. В одних скважинах они не испытаны из-за отсутствия объектов, в других получены отрицательные результаты, в-третьих – пластовая вода дебитом 200-450 м³/сут (скважины 901, 990, 995 Краснодарские). В скважинах 11, 14, 15 на Великой площади из верхнего триаса получены притоки пластовой воды с предельным газонасыщением, а в скв. 9 – притоки газа и воды (48 и 850 м³/сут, соответственно). На Граничной площади скважины вскрыли пачку органогенно-обломочных известняков предположительно поздне триасового возраста, обладающих высокой пористостью и содержащих промышленные запасы газа. Следует отметить, что при проводке некоторых скважин происходило интенсивное

поглощение глинистого раствора в количестве 75-260 м³, из-за которого нередко прекращалось бурение. В других скважинах в процессе бурения отмечался провал бурового инструмента и поглощение глинистого раствора. Эти факты могут свидетельствовать о высокой кавернозности известняков.

Имеющиеся данные свидетельствуют о локальных высоких ёмкостных свойствах карбонатных пород великовечненской свиты. В то же время по немногочисленным данным лабораторных исследований пористость доломитизированных известняков составляет 2,7-4,4%, проницаемость (по трещинам) - до 0,00017 мкм², массивных трещиноватых известняков и мергелей - 9% и 0,017 мкм² соответственно [Дитмар, 1978].

В Западном Предкавказье триас перекрывается обычно нижним мелом, к базальным слоям которого приурочены многочисленные газоконденсатные месторождения, которые могли быть сформированы в результате миграции из подстилающих отложений. На Староминском, Ленинградском, Крыловском, Челбасском и Каневском месторождениях при опробованиях триаса получены промышленные притоки газа из анизийского, карнийского и норийского ярусов, сложенных аргиллитами, песчаниками, реже - дацитами [Попков, Пинчук, 2011]. Считалось, что на этих месторождениях в сводах нижнемеловых структур вместе с аптальбскими отложениями газоносными являются и подстилающие их трещинные коллекторы триаса, образовавшие единую залежь массивного типа ([Крылов и др., 1981; Юдин, Данков, Жабрева, 1974] и др.). В качестве доказательства перетока углеводородов из отложений нижнего мела в триасовые приводились данные по составам газов и конденсатов из этих продуктивных горизонтов, которые действительно близки, а интервалы опробования триаса находились выше газоводяного контакта нижнемеловых залежей. Однако имеются примеры получения на ряде площадей притоков газа из отложений триаса на глубине ниже газоводяного контакта залежей в нижнемеловых отложениях, что говорит о самостоятельности их продуктивности. Кроме того, установлены случаи значительного превышения начального пластового давления триасовых залежей по отношению к нижнемеловым на 40–50 атм [Аладатов, 1966], что указывает на наличие в триасовых отложениях исследуемой территории промышленных скоплений газа.

Первичные ёмкостно-фильтрационные свойства верхнетриасовой карбонатной формации Западного Предкавказья, как правило, крайне низкие. Тем не менее, в ней возможно формирование высокочемких коллекторов, так как карбонатные разности пород в жестких термобарических условиях, типичных для триасового разреза, в большей степени подвержены процессам образования вторичной ёмкости в результате трещиноватости, выщелачивания, доломитизации и других процессов. Поэтому основной особенностью распространения коллекторов является приуроченность наиболее проницаемых разностей к достаточно

ограниченным, локальным участкам повышенной флюидопродовимости.

Учитывая низкую степень изученности триасовых отложений Западного Предкавказья представляется уместным обратиться к опыту геологоразведочных работ на Южном Мангышлаке, где в вулканогенно-карбонатном комплексе триаса открыто более двух десятков месторождений нефти и газа [Попков, Письменная, 1989; Чербянова, Попков, Проняков, 1984]. Установлено, что горизонты и комплексы пород-коллекторов отличаются значительной неоднородностью по проницаемым свойствам в латеральном направлении. Эта неоднородность проявляется уже на ранних стадиях седиментогенеза и диагенеза и значительно усиливается при катагенетических преобразованиях. Как в плане, так и в разрезе формируются флюидоупорные или полуфлюидоупорные участки, сильно затрудняющие латеральную проводимость пластов, в связи с чем зоны коллекторов приобретают «островной» (пятнистый) характер, а в гидродинамическом отношении образуются латерально-изолированные или весьма трудно сообщающиеся системы. Даже в пределах отдельных структур для одного и того же пласта отмечены кратные вариации пористости на небольших расстояниях [Паламарь, Попков, Рабинович, 1981; Попков, Ларичев, 2016].

В таких условиях внутрипластовая миграция флюидов находится в прямой зависимости от степени новейшей тектонической трещиноватости горных пород. Учитывая «очаговый» характер распространения участков повышенной трещиноватости, а также анизотропию проницаемости трещиноватых пород (проницаемость по вертикали существенно выше, чем по латерали) [Попков, 1999; Паламарь, Попков, Рабинович, 1981], формирование залежей углеводородов в этих условиях путем дальней латеральной миграции следует считать маловероятной.

Отмечается, что нефть заполняет трещины наиболее поздней генерации, а более ранние выполнены обычно вторичными минералами [Попков, 2004; Паламарь и др., 1985]. Это свидетельствует о поступлении углеводородов в породы тогда, когда они уже имели низкую проницаемость, практически соответствующую современной. В пользу этого говорит и факт водонасыщенности пор матрицы (не нарушенных трещинами блоков пород). Следовательно, залежи нефти и газа в низкопроницаемых породах триаса могли сформироваться лишь путем вертикальной миграции по трещинам и разрывам. Вертикальная миграция флюидов способствует развитию дополнительных пустот за счет процессов выщелачивания и растворения. Повышенная трещинная и каверновая емкость в таких зонах создает то полезное пространство, которое при благоприятных условиях может служить вместилищем крупных скоплений углеводородов. Такие залежи характеризуются следующими наиболее общими особенностями [Паламарь и др., 1985; Попков, 1999, 2004].

1. Отсутствие строгого структурного контроля.

2. Трудность, а иногда и невозможность проведения водонефтяного контакта.

3. Как правило, отсутствие законтурных вод и ограничение залежей зонами отсутствия притоков пластовых флюидов.

4. Резкие колебания дебитов скважин от нулевых до сотен и более кубических метров в сутки, что не согласуется с лабораторными данными о низких значениях пористости и проницаемости пород. Высокие дебиты характерны для скважин, расположенных в непосредственной близости к разрывным нарушениям.

Перечисленные особенности свидетельствуют о том, что строение залежей в низкопроницаемых карбонатных породах триаса определяется, прежде всего, морфологией зон повышенной новейшей тектонической трещиноватости, а плотность запасов углеводородов в различных частях залежей — полезной емкостью всех вторичных пустот.

Таким образом, залежи нефти и газа во вторичных коллекторах триаса, контролируемые зонами новейшей тектонической трещиноватости, могут занимать любое положение относительно локальных поднятий. Тем самым теряется поисковое значение последних как ловушек углеводородов, равно как и ведущая роль структурного (наличие антиклинали) фактора в геометризации залежей. В качестве примера можно привести Алатюбинское месторождение нефти, где сводовые скважины оказались «сухими», а расположенные на периклинали дали притоки нефти в 1,5 тыс. м³/сут.

Разведка таких залежей требует новых методических разработок [Паламарь и др., 1985; Попков, 2004]. Поисково-разведочные работы должны ориентироваться не только на антиклинальные структурные формы, сколько на зоны повышенной тектонической трещиноватости. Полезным может оказаться опыт по технологии бурения скважин и применяемых буровых растворов, составленных, например, на углеводородной основе, позволяющих избежать значительной кольматации карбонатных коллекторов [Демидова, Булда, Туров, 1992].

Особый практический интерес в Западном Предкавказье могут представлять биогермные постройки. Как отмечалось выше, на ряде площадей в составе норийских карбонатных образований выделяются фронтальные отложения барьерных рифов - терригенные и обломочные известковые породы, образовавшиеся в верхней части континентального склона, у основания рифогенных построек. Присутствуют и отложения тыловых образований барьерных рифов, которые сложены, в основном, органогенно-детритовыми и разномерными известняками и доломитами. Проницаемые разности здесь представлены коллекторами трещинно-кавернозного типа.

В этом отношении заслуживает внимание строение рифогенных построек в смежном с рассматриваемым регионом Северным Кавказом. Их наличие установлено в отложениях

ходзинской свиты, которая является возрастным аналогом великовечненской свиты. Сложена она известняками, полная мощность которых достигает 400 м. В нижней части разреза свиты слоистые известняки переходят в массивные рифовые, образованные кораллами и брахиоподами. На отдельных участках они доломитизированы [Бойко, 1993; Робинсон, 1968]. Здесь также широко известны нефтепроявления, приуроченные к трещинам и микротрещинам в тёмно-серых известняках ятыргвартинской свиты нижнего триаса, которые подробно описаны Д.И. Выдриным, проводившим геологическую съёмку на Даховско-Баракаевской площади в 1955 г., и другими геологами.

Заключение

Детальное литолого-стратиграфическое изучение мощного разреза отложений триаса Западного Предкавказья позволило выделить в его составе карбонатную формацию позднеюрского возраста (великовечненская свита), выявить особенности ее строения, литофациальный состав слагающих пород, условия залегания, а последующая корреляция – наметить площадное распространение толщи (см. рис. 1). В целом же ареал развития свиты характеризуется низкой степенью геолого-геофизической изученности.

Для уточнения границ распространения карбонатных отложений, выяснения особенностей их внутренней структуры необходимо проведение дополнительных сейсмических исследований. Поисковые сейсмические работы по разреженной сети профилей с целью уточнения площадного распространения формации рекомендуются в западной части Копанской синклинали, а также вдоль северо-восточного склона Каневско-Березанского вала от Березанской площади до Адыгейского выступа. В пределах последнего, а также в более северных районах с доказанным бурением присутствием карбонатной толщи верхнего триаса (см. рис. 1) может быть предложена детальная сейсморазведка с целью картирования перспективных объектов для постановки поискового бурения. Особое значение здесь могут представлять рифогенные постройки.

Анализ результатов опробований отложений великовечненской свиты в скважинах свидетельствует о возможности формирования в этом комплексе самостоятельных газовых залежей. Морфология резервуаров в низкопроницаемых карбонатных отложениях в значительной степени может контролироваться участками развития вторичных коллекторов, связанных зонами новейшей тектонической трещиноватости.

Таким образом, норийские карбонатные отложения рассматриваются как перспективный нефтегазоносный комплекс с установленными газопроявлениями и неустановленной промышленной нефтегазоносностью. Его геолого-геофизическая изученность, в целом, соответствует региональной стадии геологоразведочных работ.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края, проект 19-45-230005 p_a

Литература

Аладатов Г.М. Новые данные о газоносности триасовых отложений в Западном Предкавказье // Геология нефти и газа. - 1966. - № 5. - С.18-23.

Бигун П.В., Пинчук Т.Н. Новые данные по стратиграфии и условиям формирования коллекторов триасовых отложений Западного Предкавказья // Сборник трудов ОАО СевКавНИПИГаз. - Ставрополь, 2004. - Вып.40. - С. 10-43.

Бойко Н.И. Литология мезозойских карбонатных отложений Северного Кавказа // Автореферат диссертации доктора геолого-минералогических наук. - М.: ГИН, 1993. - 52 с.

Дагис А.С. Новые поздне триасовые Spiriferinacea Северо-Западного Кавказа // Палеонтологический журнал. - 1962. - № 3.- С. 48-54.

Демидова Н.С., Булда Ю.А., Туров Н.И. Эффективность вскрытия мезозойско-палеозойских отложений в зависимости от типа бурового раствора и гидродинамических нагрузок // Разработка нефтегазовых месторождений. - М.: ВНИИОЭНГ, 1992. - Вып.4. - С. 56-62.

Дитмар В.И. Геология мезозоя Предкавказья. - М.: Наука, 1978. - 134 с.

Крылов Н.А., Летавин А.И., Оруджева Д.С., Запивалов Н.П., Копылов Н.Т. Перспективы нефтегазоносности доюрских отложений молодых платформ. - М.: Наука, 1981. - 168 с.

Митин Н.Е., Чаицкий В.П., Шевченко Т.В. О верхней перми Западного Предкавказья // Доклады АН СССР. - 1978. - Т. 238. - №4. - С. 915-917.

Паламарь В.П., Попков В.И., Рабинович А.А. О возможности открытия зон нефтегазонакопления жильного типа // Доклады АН СССР. - 1981. - Т. 257. - № 4. - С. 968-970.

Паламарь В.П., Попков В.И., Праздников А.В., Рабинович А.А. Прогнозирование нефтегазоносности и совершенствование методики поисков и разведки скоплений углеводородов в низкопроницаемых породах // Известия ВУЗов. Геология и разведка. - 1985. - № 3. - С. 107-110.

Попков В.И. Дефлюидизация недр и нефтегазоносность глубокопогруженных толщ // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. Нефтегазоносные бассейны как саморазвивающиеся нелинейные системы. - М.: МГУ, 1999. - С. 202-203.

Попков В.И. Жильные зоны нефтегазонакопления: условия образования, строения, методика поисков и разведки // Генезис нефти и газа. - М.: Ин-т проблем нефти и газа РАН, 2004. - С. 63-72.

Попков В.И., Ларичев В.В. Флюидодинамические особенности глубокопогруженных

нефтегазоносных комплексов // Геология, география и глобальная энергия. - 2016. - №4. - С. 88-92.

Попков В.И., Пинчук Т.Н. Литология палеозойских отложений Западного Предкавказья // Геология, география и глобальная энергия. - 2011. - № 3 (42). - С. 71-77.

Попков В.И., Письменная О.В. Типы разрезов и нефтегазоносность триаса Южного Мангышлака // Советская геология. - 1989. - № 1. - С. 18-24.

Робинсон В.Н. Триасовая система. Геология СССР. Том 9. Северный Кавказ. - М.: Недра, 1968. - С. 152-160.

Чацкий В.П., Попков В.И., Попков И.В., Пинчук Т.Н. Структурно-фациальные зоны отложений триаса Западного Предкавказья // Фундаментальные проблемы тектоники и геодинамики: материалы ЛП тектонического совещания. - М.: ГЕОС, 2020. - Т. 2. - С. 395-399.

Чербянова Л.Ф., Попков В.И., Проняков В.А. Литологические особенности и коллекторские свойства триасового вулканогенно-карбонатного комплекса Южного Мангышлака // Геология нефти и газа. - 1984. - № 11. - С. 55-59.

Юдин Г.Т., Данков Б.С., Жабрева П.С. Нефтегазоносность триаса Предкавказья. - М.: Наука, 1974. - 88 с.

Popkov V.I., Chaitskiy V.P., Popkov I.V., Pinchuk T.N.

Federal state budgetary educational institution of higher education "Kuban state University" (FGBOU VO "KubSU"), Krasnodar, Russia, geoskubsu@mail.ru

UPPER TRIASSIC GAS BEARING CARBONATE FORMATION - WESTERN CAUCASUS

A detailed litho-stratigraphical analysis of carbonate sequences of the Upper Triassic Western Caucasus was performed. The characteristic of sections bored by deep wells in various tectonic zones is given. Their correlation was performed. The boundaries of the carbonate formation distribution are determined. Analysis of the materials of testing operations in wells indicates the possibility of forming independent gas accumulations in this structures. The morphology of reservoirs in low-permeable carbonate will be largely controlled by the development sites of secondary reservoirs connected by zones of recent tectonic fracturing. The zone of possible development of rift structures has been determined.

Keywords: carbonate formation, gas content, morphology gas reservoirs, Upper Triassic, Western Caucasus.

References

Aladatov G.M. *Novye dannye o gazonosnosti triasovykh otlozheniy v Zapadnom Predkavkaz'e* [New data on the gas potential of Western Pre-Caucasus Triassic]. *Geologiya nefi i gaza*, 1966, no.5, pp.18-23.

Bigun P.V., Pinchuk T.N. *Novye dannye po stratigrafii i usloviyam formirovaniya kollektorov triasovykh otlozheniy Zapadnogo Predkavkaz'ya* [New data on stratigraphy and conditions of formation of reservoirs of Triassic of the Western Pre-Caucasus]. *Sbornik trudov OAO SevKavNIPigaz, Stavropol'*, 2004, issue 40, pp. 10-43.

Boyko N.I. *Litologiya mezozoyskikh karbonatnykh otlozheniy Severnogo Kavkaza* [Lithology of Mesozoic carbonate deposits of the North Caucasus]. *Avtoreferat dissertatsii doktora geologo-mineralogicheskikh nauk*, Moscow: GIN, 1993, 52 p.

Chaitskiy V.P., Popkov V.I., Popkov I.V., Pinchuk T.N. *Strukturno-fatsial'nye zony otlozheniy triasa Zapadnogo Predkavkaz'ya* [Structural-facies zones of the Western Pre-Caucasus Triassic] *Fundamental'nye problemy tektoniki i geodinamiki. LII Tektonicheskoe soveshchanie*. Moscow: GEOS, 2020, vol. 2, pp. 395-399.

Cherbyanova L.F., Popkov V.I., Pronyakov V.A. *Litologicheskie osobennosti i kollektorskie svoystva triasovogo vulkanogenno-karbonatnogo kompleksa Yuzhnogo Mangyshlaka* [Lithological features and reservoir properties of the Triassic volcanogenic-carbonates of Southern Mangyshlak]. *Geologiya nefi i gaza*, 1984, no. 11, pp. 55-59.

Dagis A.S. *Novye pozdnetriasovye Spiriferinacea Severo-Zapadnogo Kavkaza* [New Late Triassic *Spiriferinacea* of the Northwest Caucasus]. *Paleontologicheskii zhurnal*, 1962, no. 3, pp. 48-54.

Demidova N.S., Bulda Yu.A., Turov N.I. *Effektivnost' vskrytiya mezozoysko-paleozoyskikh otlozheniy v zavisimosti ot tipa burovogo rastvora i gidrodinamicheskikh nagruzok* [Efficiency of opening Mesozoic-Paleozoic deposits depending on the type of drilling fluid and hydrodynamic loads]. *Razrabotka neftegazovykh mestorozhdeniy*, Moscow: VNIOENG, 1992, issue 4, pp. 56-62.

Ditmar V.I. *Geologiya mezozoya Predkavkaz'ya* [Geology and petroleum bearing of the Mesozoic of the Pre-Caucasus]. Moscow: Nauka, 1978, 134 p.

Krylov N.A., Letavin A.I., Orudzheva D.S., Zapivalov N.P., Kopylov N.T. *Perspektivy neftegazonosnosti doyruskikh otlozheniy molodykh platform* [Prospects of petroleum potential of pre-Jurassic sequences of young platforms]. Moscow: Nauka, 1981, 168 p.

Mitin N.E., Chaitskiy V.P., Shevchenko T.V. *O verkhney permi Zapadnogo Predkavkaz'ya* [Upper Permian of the Western Pre-Caucasus]. *Doklady AN SSSR*, 1978, vol. 238, no. 4, pp. 915-917.

Palamar' V.P., Popkov V.I., Rabinovich A.A. *O vozmozhnosti otkrytiya zon neftegazonakopleniya zhil'nogo tipa* [Possibility of opening zones of petroleum accumulation of a lode type]. Doklady AN SSSR, 1981, vol. 257, no. 4, pp. 968-970.

Palamar' V.P., Popkov V.I., Prazdnikov A.V., Rabinovich A.A. *Prognozirovaniye neftegazonosnosti i sovershenstvovaniye metodiki poiskov i razvedki skopleniy uglevodorodov v nizkopronitsaemykh porodakh* [Forecasting of petroleum and improving the methods of searching and exploration of hydrocarbon accumulations in low-permeable rocks]. Izvestiya VUZov. Geologiya i razvedka, 1985, no. 3, pp. 107-110.

Popkov V.I. *Deflyuidizatsiya nedr i neftegazonosnost' glubokopogruzhennykh tolshch* [Defluidization of the subsurface section and petroleum of deep-loaded strata] *Novye idei v geologii i geokhimii nefiti i gaza. Nefttegazonosnye basseyny kak samorazvivayushchiesya nelineynye sistemy*, Moscow: MGU, 1999, pp. 202-203.

Popkov V.I. *Zhil'nye zony neftegazonakopleniya: usloviya obrazovaniya, stroeniya, metodika poiskov i razvedki* [Lode zones of petroleum accumulation: conditions of formation, structure, method of search and exploration]. *Genezis nefiti i gaza*, Moscow: In-t problem nefiti i gaza RAN, 2004, pp. 63-72.

Popkov V.I., Larichev V.V. *Flyuidodinamicheskie osobennosti glubokopogruzhennykh neftegazonosnykh kompleksov* [Fluidodynamic features of deep-loaded oil and gas structures]. *Geologiya, geografiya i global'naya energiya*, 2016, no.4, pp. 88-92.

Popkov V.I., Pinchuk T.N. *Litologiya paleozoyskikh otlozheniy Zapadnogo Predkavkaz'ya* [Lithology of Paleozoic section of the Western Pre-Caucasus]. *Geologiya, geografiya i global'naya energiya*, 2011, no. 3 (42), pp. 71-77.

Popkov V.I., Pis'mennaya O.V. *Tipy razrezov i neftegazonosnost' triasa Yuzhnogo Mangyshlaka* [Sections types and petroleum potential of the Triassic sequences of South Mangyshlak]. *Sovetskaya geologiya*, 1989, no. 1, pp. 18-24.

Robinson V.N. *Triasovaya Sistema* [The Triassic system]. *Geologiya SSSR. Severnyy Kavkaz*. Moscow: Nedra, 1968, vol. 9, pp. 152-160.

Yudin G.T., Dankov B.S., Zhabreva P.S. *Nefttegazonosnost' triasa Predkavkaz'ya* [Petroleum potential of Pre-Caucasus Triassic]. Moscow: Nauka, 1974, 88 p.

© Попков В.И., Чаицкий В.П., Попков И.В., Пинчук Т.Н., 2020

