

Геологическое строение и палеогеографическая зональность хадумского горизонта Предкавказского региона

Е.А. Краснова^{1,2*}, А.В. Ступакова¹, А.Н. Стафеев¹, Н.П. Фадеева¹, Н.Ш. Яндарбиев¹, А.А. Суслова¹, Р.С. Сауткин¹, М.Е. Воронин¹, П.Б. Степанов¹, А.А. Книппер¹, Я.А. Шитова¹

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

²Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва, Россия

Исследования перспектив нетрадиционных источников углеводородов являются одним из основных современных направлений. На территории Предкавказья к высокоуглеродистой формации относится хадумская свита, которая рассматривается в качестве нетрадиционного источника, и в которой выявлены газовые, газоконденсатные и нефтяные месторождения. Строение, перспективы и закономерности распределения месторождений в олигоцен-раннемиоценовых отложениях являются одними из наиболее актуальных вопросов геологии.

Рассмотрены основные этапы формирования позднеоценовых и раннеолигоценных отложений и палеогеографическая зональность хадумского горизонта майкопской серии в пределах Предкавказья. На основании комплексного анализа результатов сейсмических и литолого-палеогеографических исследований выделены перспективные зоны для поисков новых скоплений углеводородов в хадумском горизонте.

Ключевые слова: Предкавказский регион, хадумский горизонт, конуса выноса, стоковое течение, контурные течения, углеводородные системы, природные резервуары, нефтегазоматеринские породы, высокоуглеродистые формации

Для цитирования: Краснова Е.А., Ступакова А.В., Стафеев А.Н., Фадеева Н.П., Яндарбиев Н.Ш., Суслова А.А., Сауткин Р.С., Воронин М.Е., Степанов П.Б., Книппер А.А., Шитова Я.А. (2021). Геологическое строение и палеогеографическая зональность хадумского горизонта Предкавказского региона. *Георесурсы*, 23(2), с. 99–109. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2021.2.9>

Введение

Майкопская серия (олигоцен – нижний миоцен) обрамляет с юга Восточно-Европейскую платформу (ВЕП) и участвует в геологическом строении основных региональных структур Предкавказья. На протяжении всей истории ее изучения она рассматривается как региональная нефтепроизводящая и нефтесодержащая толща и является одним из основных объектов изучения с точки зрения перспектив нетрадиционных источников углеводородов Предкавказья, в которых особое внимание исследователей привлекает хадумский горизонт.

Несмотря на значительный объем ранее проведенных исследований, методики прогнозирования и поиска зон развития сложнопостроенных коллекторов в глинистых толщах, подобных хадумской, все еще остаются недостаточно разработанными и апробированными.

В геологическом отношении бассейн изучен очень неравномерно. Строение, литологический состав, геохимические и геофизические характеристики палеогенового разреза Восточно-Предкавказского нефтегазоносного бассейна представлены в литературе наиболее полно в работах (Шарафутдинов, 2003; Яндарбиев и др., 2017 и др.). Однако комплексного анализа геологического строения, фациальной изменчивости и литоло-геохимических характеристик хадумского горизонта всего Предкавказского бассейна в полном объеме не проводилось. Остаются

открытыми важные вопросы перспектив нефтегазоносности хадумского горизонта и возможности открытия в нем промышленных залежей.

Для анализа углеводородных систем и условий формирования хадумского горизонта предприняты попытки создания единой палеогеографической модели позднеолигоценного времени с учетом литологических характеристик изучаемого района и его палеоструктурного плана.

Тектоническое строение

В тектоническом отношении Предкавказский бассейн приурочен к южной окраине Скифской молодой эпигерцинской плиты и ограничен с юга Кавказским складчатым сооружением, с севера – кряжем Карпинского, с северо-запада – Украинским щитом, а на востоке соединяется с Южно-Мангышлакским бассейном Туранской плиты. В строении Предкавказского осадочного бассейна выделяются два структурных этажа – доюрское складчатое основание и мезозойско-кайнозойский осадочный чехол.

Все области развития крупных возрастных подразделений фундамента ограничены в основном зонами глубинных разломов, а в ряде случаев и краевыми швами, отделяющими, например, область палеозойской складчатости от архейско-раннепротерозойской складчатости фундамента ВЕП, область альпийской складчатости и т.д. Среди элементов первого порядка выделяются продольно вытянутые вдоль Крымско-Кавказской орогенной системы зона Манычских прогибов, Азово-Ставропольско-Прикумская система поднятий, Кавказский передовой прогиб (с севера на юг) (рис. 1). В пределах этих крупных

* Ответственный автор: Краснова Елизавета Андреевна
e-mail: e.krasnova@oilmsu.ru

© 2021 Коллектив авторов

структурно-тектонических элементов выделяются впадины и поднятия более мелкого порядка.

Зона Маньчских прогибов отделяет Азовский выступ и ряд структурных элементов Скифской плиты от кряжа Карпинского и имеет сложное строение. Наиболее глубокой является восточная часть прогиба, где глубины залегания фундамента превышают -3000 м, а к западу, прогиб постепенно выклинивается до -1000 м и менее.

Азово-Ставропольско-Прикумская система поднятий протягивается с северо-запада на юго-восток и, по всей видимости, является продолжением постепенно погружающегося в юго-восточном направлении Украинского щита. По сейсмическим данным отмечается резкое сокращение мощности палеозойских комплексов по сравнению с Кавказским передовым прогибом, Предкавказским прогибом на юге и зоной Маньчских прогибов на севере. Азово-Ставропольско-Прикумская система поднятий представляет собой цепочку наиболее приподнятых блоков, таких как: Азовский выступ, Ставропольский свод, Прикумская зона поднятий, которые в свою очередь разделены впадинами, хорошо прослеживаемыми по верхним комплексам.

В пределах **Кавказского передового прогиба** выделяется две системы прогибов: западная – Индоло-Кубанская, в которую включены Индольский и Западно-Кубанский передовые прогибы, и восточная – Терско-Каспийская, которая открывается в акваторию Среднего Каспия. Оба прогиба по поверхности фундамента являются глубокими депрессиями (свыше -10000 м), выполненные в основном мезозойскими и третичными отложениями.

При анализе условий развития углеводородных систем необходимо учитывать первичный структурный план бассейна. Различная степень преобразованности пород и разные условия формирования углеводородов, характерные для зон крупных прогибов первого порядка и относительно поднятых выступов фундамента, обуславливают разработку и использование различных методических подходов для прогноза нефтегазоносности хадумских отложений.

История развития бассейна

В хадумском бассейне выделяются следующие морфологические элементы:

- шельф, окаймленный с внешней стороны линейно-дугообразной системой подводных поднятий, часть которых выступала в виде низких островов;
- шельфовый склон;
- впадины в пределах шельфа с компенсированным и некомпенсированным осадконакоплением со значительными для платформенных областей глубинами, порядка сотни метров.

Хадумский бассейн развивался в условиях трансгрессии морского Предкавказского бассейна. В основные этапы формирования отложений (пшехско-Цимлянское, соленовское, виргулиновое время) (рис. 2) наблюдается общая юго-восточная направленность фациальных изменений – от обстановок мелководно-морского шельфа до относительно глубоководных впадин внешнего шельфа. Разные источники сноса посредством придонных

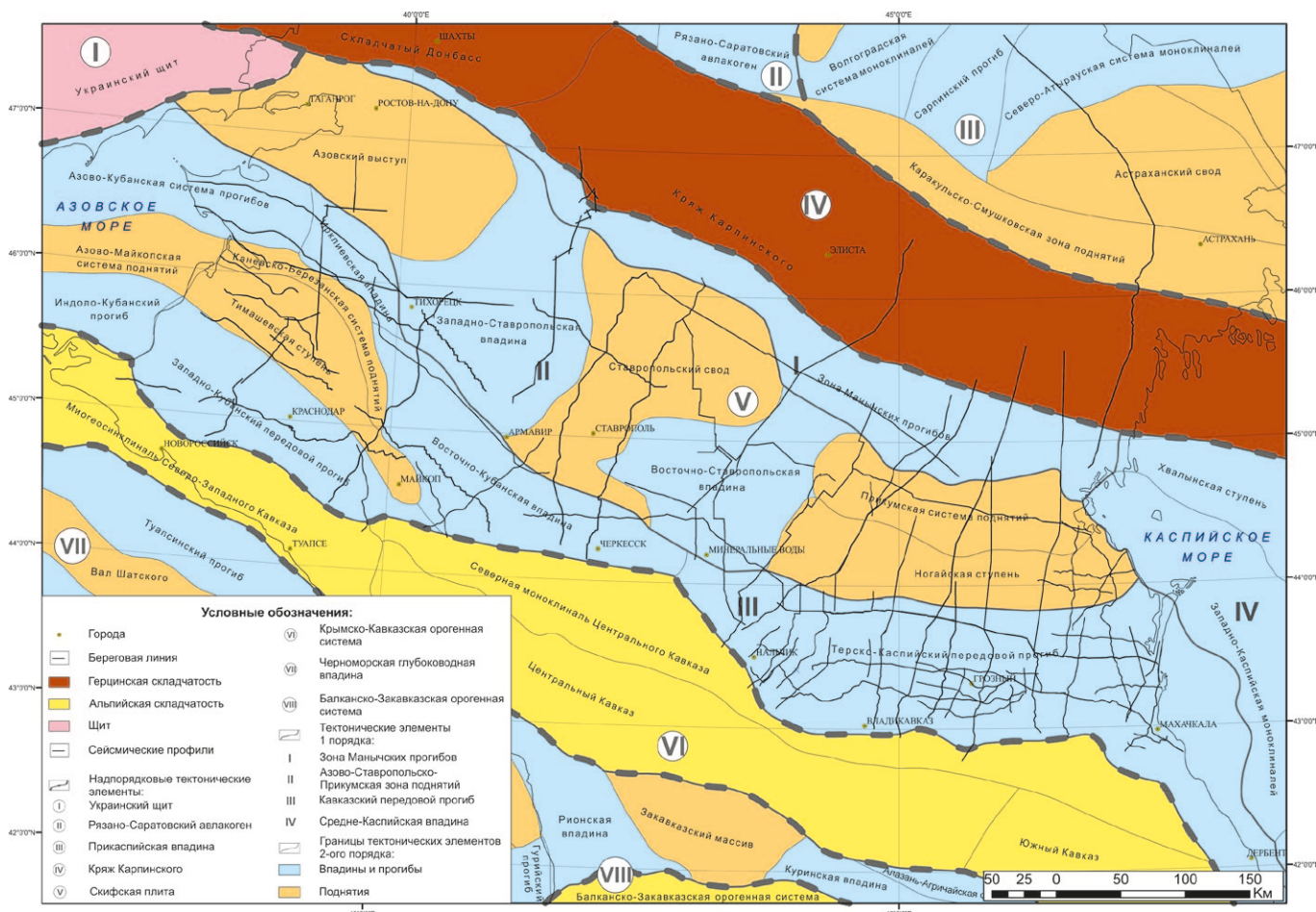


Рис. 1. Схема структурно-тектонического районирования (с использованием данных Летавина А.И. (1987), Леонова Ю.Г., Воложа Ю.А. (2010), Глумова И.Ф. (2014), и др. с дополнениями)

Система	Отдел	Ярус	Серия	Центральное Предкавказье	Восточное Предкавказье		Временные интервалы по А.С. Столярову		Литологическая характеристика
Палеогеновая	Оligоцен	Хатский	Майкопская	Баталпашинская	Баталпашинская		Баталпашинское		глины темные некарбонатные, мергели зеленовато-серые
				Хадумский горизонт	Хадумский горизонт	Морозинкой балки	Верхнемороз- скинская	Виргулинеловое	известковистые темно-серые глины
		Нижнемороз- сковская					Соленовское		
		Полбинская «остракодовый пласт»				Раннесоленовское		глины слабоизвестковистые, мергели с высокой концентрацией остракод	
	Пшехская			Пшехско-цимлянское			чередование известковистых и неизвестковистых глин с примесью песчано-алевритового материала		
	Эоцен	Приабон			Белоглинская	Белоглинская		Белоглинское	
		Бартон							

Рис. 2. Сводная литолого-стратиграфическая схема строения хадумского горизонта Предкавказья с использованием материалов работ (Яндарбиев Н.Ш. и др., 2017, Шарафутдинов, 2003, Столяров, 1999)

течений поставляли со стороны ВЕП преимущественно глинистый осадочный материал, выполнявший каналы врезов и формировавший конусы выноса и зоны развития контуритов на уровне пикноклина. Это приводило к частичной дифференциации терригенного материала и локализации более грубых фаций, например, каналовых и шнурковых тел, которые могут служить коллекторами для углеводородов (УВ).

История палеогеографического развития Хадумского бассейна

В позднем эоцене (белоглинское время) осадконакопление происходило в условиях мелководно-морского шельфа и было наиболее интенсивным на территории Западного Предкавказья, что подтверждается распределением мощностей и характерных литофаций (рис. 3.1). В глинисто-кремнисто-карбонатных толщах отмечаются примеси песчано-алевритового материала в северной части. Выделяются локальные участки интенсивного карбонатакопления в Индоло-Кубанском прогибе Западного Предкавказья, и в отдельных локальных прогибах Центрального Предкавказья. Восточно-Предкавказская зона вместе с южной частью центрального и западного Предкавказья, являлась наиболее погруженной и глубоководной зоной в Восточном Предкавказье (Столяров, 1991). К востоку карбонатность отложений нарастала, а в наиболее глубоководных частях появлялись прослои мергелей.

Общая палеогеографическая обстановка пшехского бассейна была унаследована от позднеэоценового этапа развития (рис. 3.2). Однако изменения характера тектонических движений на рубеже эоцена и олигоцена вызвали существенные преобразования, сказавшиеся на некоторых особенностях палеогеографии и динамики осадконакопления. В раннем олигоцене происходит значительное углубление шельфовых котловин – до 1000 м и более. Северо-западная часть Предкавказья представляла собой обширную мелководно-морскую шельфовую область, где происходило накопление глинисто-алевритового материала. В Восточно-Предкавказской зоне глубоководная обстановка оставалась достаточно стабильной с зонами компенсированного в участках конусов выноса и некомпенсированного осадконакопления. При интерпретации сейсмического материала были построены композитные профили, выровненные на начало Хадумского времени

(пшехско-Цимлянское), охватывающие зоны влияния различных временных отрезков осадконакопления и изменение мощностей хадумской свиты по площади (рис. 1). Большие мощности и продуктивность хадумских отложений на западе Предкавказского региона приурочены к пшехско-цимлянскому времени, на востоке – к ики-бурульскому, виргулинеловому и раннебаталпашинскому временам.

В раннесоленовское (полбинский горизонт, остракодовый пласт) время на большей части бассейна произошла резкая смена терригенного (бескарбонатного или слабо карбонатного) осадконакопления существенно карбонатным (рис. 3.3). В западной части Предкавказья установился мелководный режим осадконакопления, где на обширной площади происходило накопление слабоизвестковистых глин с включениями остракод и слабой примесью алевритового материала (особенно в его северной части).

В обширном глубоководном некомпенсированном прогибе Восточного Предкавказья седиментация была чрезвычайно слабой. Здесь был сформирован маломощный (до 1–2 м) пласт мергелисто-известнякового состава с высокой концентрацией остракод. Глубоководные зоны восточного Предкавказья отличаются уменьшением разностей мергелисто-известнякового состава и увеличением содержания известковистых глин.

В позднесоленовском бассейне (ики-бурульское время) произошла кардинальная смена характера осадконакопления с полным прекращением осаднения карбонатов (рис. 3.4). Происходило накопление глинистого материала с локальным привносом песчано-алевритовых разностей в краевых частях бассейна. На больших пространствах западного Предкавказья в глинистых отложениях повсеместно прослеживается примесь алевритового материала, что в целом указывает на мелководную обстановку осадконакопления. В центральных частях Предкавказья, фациальная зональность в позднесоленовское время была связана главным образом с периодическим колебанием уровня моря в бассейне, что определяло образование в глинистых осадках прослоев либо с ходами илоедов, либо с рыбными остатками (Столяров, 1999). Распределение фаций показывает, что большая часть рыбных остатков выносилась по системе меридиональных врез-ложбин (между относительными поднятиями) и проливов из

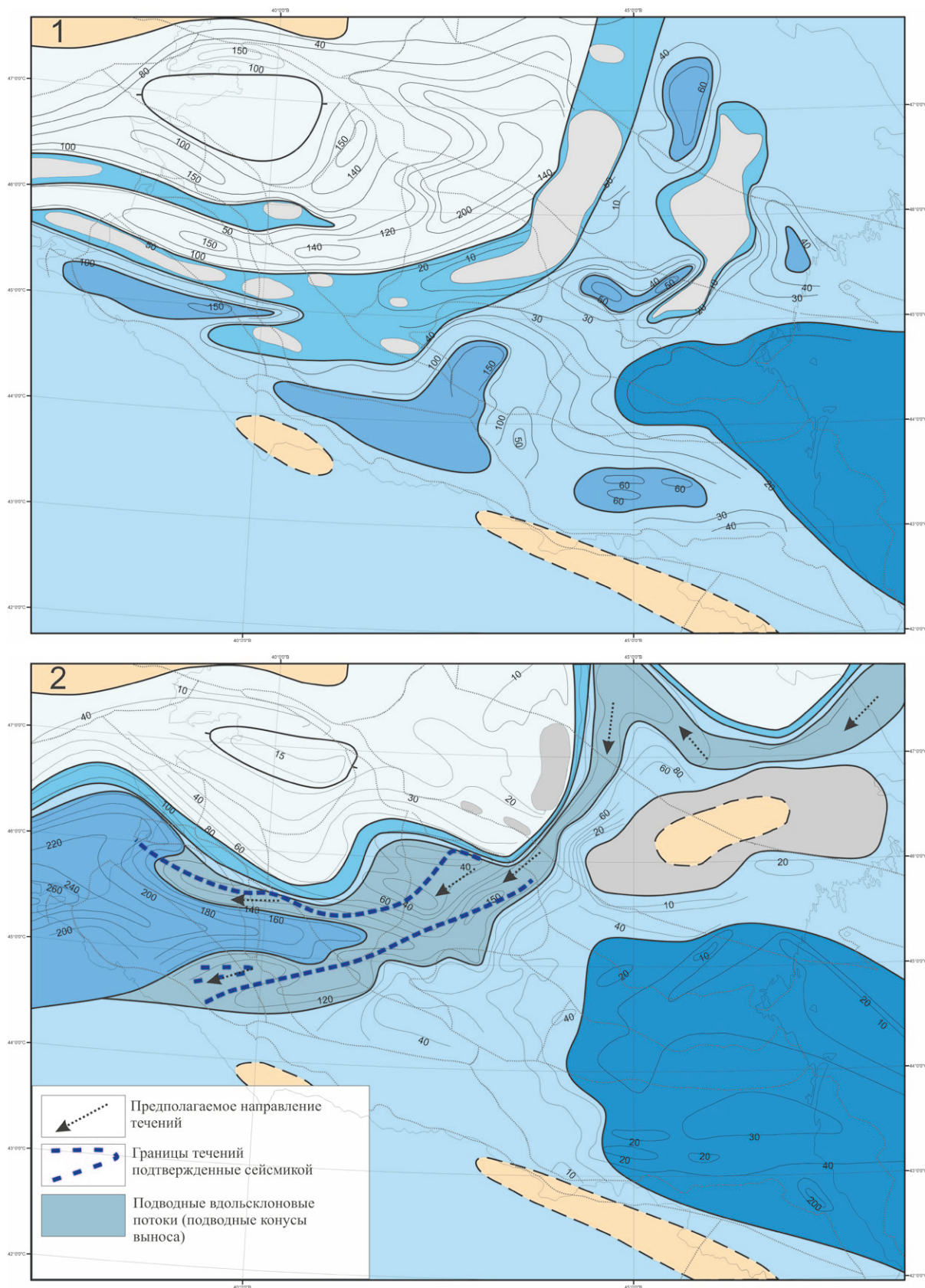


Рис. 3. Палеофациальная карта Предкавказья. 1 – белоглинское время, 2 – пищеско-цимлянское время, 3 – раннесолёновское-остракодовое время, 4 – ики-бурульское время, 5 – виргулиелловое время. С использованием материалов работ (Столяров, 1991; Столяров, 1999; Столяров и др., 2004). Условные обозначения для рисунков 3.1–3.5 указаны на рисунке 3.5.

расположенного севернее Волго-Донского субширотного бассейна, в котором периодически происходили заморы. Периодический сток зараженных сероводородом вод мог приводить к колебанию уровня сероводородного заражения в Предкавказском бассейне и определять чередование

в разрезе слоев с илоедами, либо с рыбными остатками в краевых частях бассейна. Такой механизм образования слоистости представляется более простым и более вероятным, чем частые периодические колебания уровня моря. Эта относительно глубоководная фациальная область с

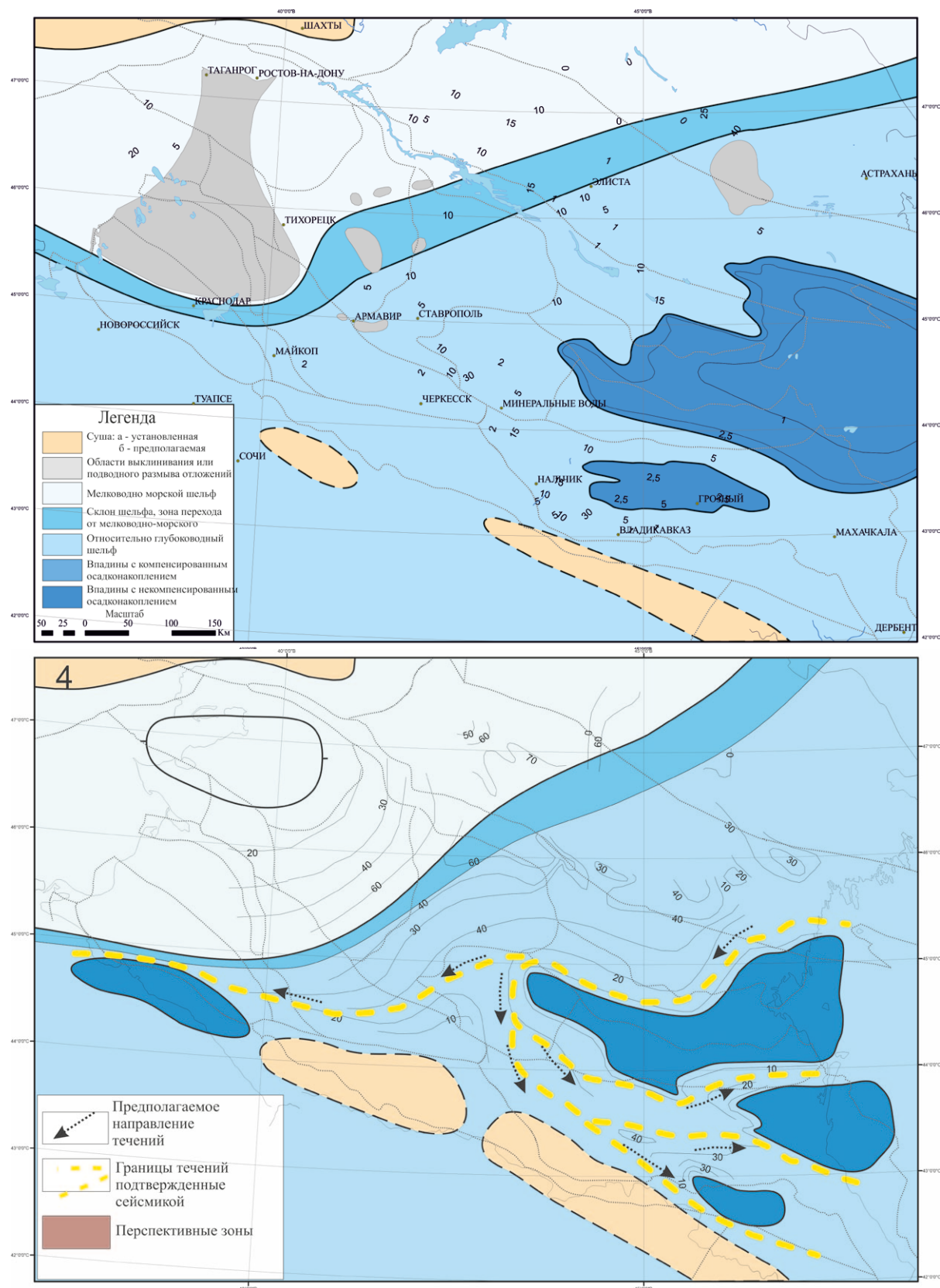


Рис. 3. Продолжение

неустойчивым гидрологическим режимом, т.е. изменением условий аэрации и колебанием уровня сероводородного заражения, имела в Центрально-Предкавказском регионе значительную ширину, а на юге охватывала центральную и западную части моноклинали Северного Кавказа. В наиболее глубоководных прогибах Восточного Предкавказья накапливались сравнительно маломощные (10–30 м)

однообразные темно-серые микрослоистые глины с остатками рыб (Столяров, 1991).

Виргулиnellовый бассейн (виргулиnellовые слои) развивался в течение позднехадумского времени в восточном и центральном Предкавказье (Столяров, 1999, рис. 3.5). В Западном Предкавказье виргулиnellовые слои представляют собой самый верхний карбонатный горизонт

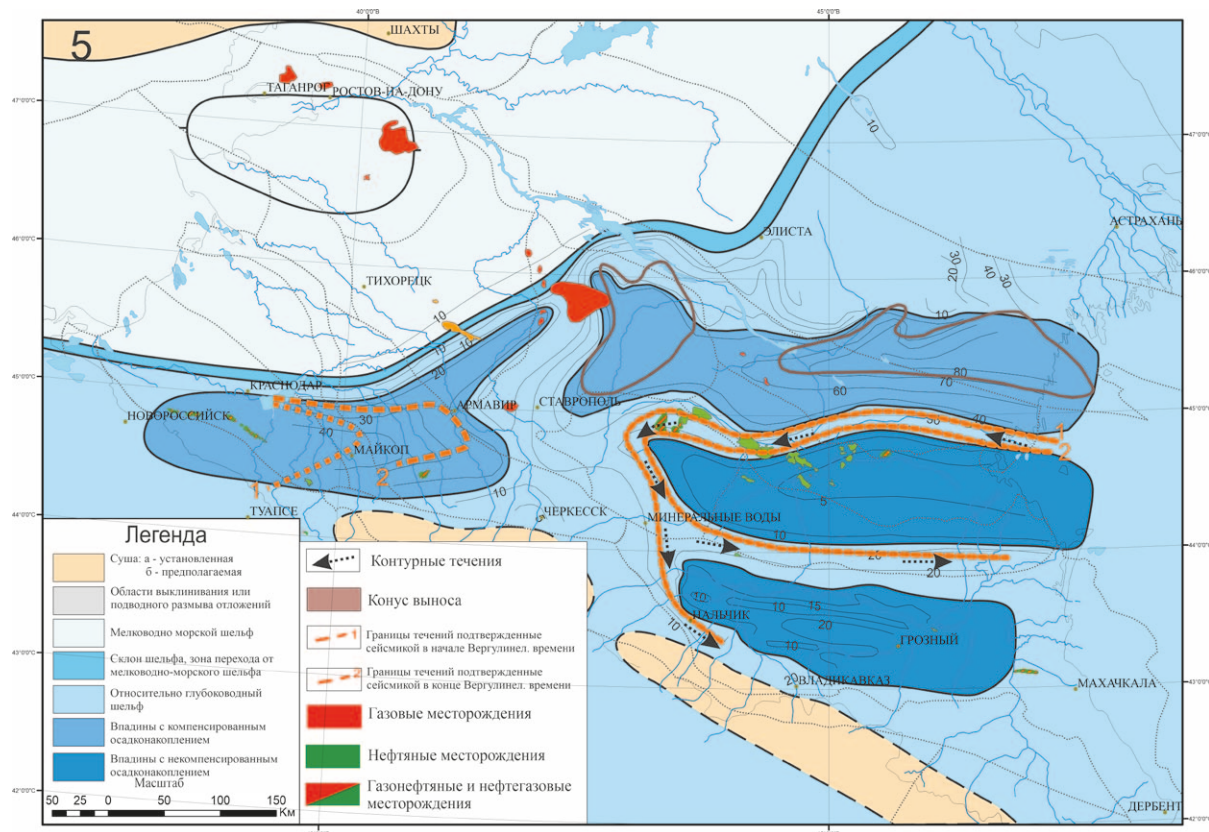


Рис. 3. Продолжение

хадумской свиты и представлены известковистыми глинами мощностью от первых метров. Осадконакопление унаследовано происходило в мелководных обстановках. В наиболее глубоководной части некомпенсированно накапливались глинисто-известковистые отложения мощностью от 0,1 до 30 метров с характерными фораминиферами рода *Virgulinella*, определяющими название слоев. В районе центрального Предкавказья вдоль Кавказа мощность виргулиnellовых слоев достигает 20–25 м. Здесь в верхней их части прослеживается характерный пласт крепкого доломита мощностью до 0,5 м (Столяров, 1991). Таким образом, виргулиnellовые слои характеризуют вторую после остракодовой, фазу кратковременного регионального карбонатообразования в майкопских отложениях.

Литолого-стратиграфическая характеристика

Литологическая характеристика отложений хадумского горизонта на изучаемой территории не однородна и изменчива. Необходимо различать понятия хадумского горизонта и хадумской свиты, которые выделены в Предкавказском бассейне с разной степенью детальности в различных структурно-фациальных зонах. В данной работе интервал исследований не ограничен только хадумской свитой, в которой практически везде в ней выделяются пшехский и солёновский подъярусы (региоярусы) (Поронина, Попов, 1993; Крашенников и др, 1996; Шарафутдинов, 2003). По площади хадумская свита изменяется по названию и расчленению (рис. 2). Суммарное разнообразие свит на площади объединяются в хадумский горизонт в объеме рупельского яруса, нижнего олигоцена. Виргулиnellовые слои относятся к

хадумскому ярусу и являются переходными между хадумским горизонтом и клиноформным комплексом майкопа (Шарафутдинов, 2003).

В пределах Ставропольского свода в разрезе хадумского горизонта выделяются в зависимости от литологических особенностей четыре пачки (рис. 2). В нижней части разреза отложения представлены глинами темно-серыми, слоистыми, слабопесчанистыми (IV пачка). Выше, в глинистых отложениях, появляются прослои песка (III пачка). Вышележащая толща (II пачка) характеризуется наличием песка, местами глинистого, содержащего прослои темно-серой глины, реже прослои песчаника. Разрез хадумского горизонта заканчивается переслаиванием слабопесчанистых глин темно- и светло-серого оттенков (I пачка). Также в разрезе присутствуют прослои алевроитов и алевролитов. Общая мощность хадумского горизонта колеблется в пределах 20–145 м и сокращается в северо-западном направлении.

На территории Восточного Предкавказья разрез хадумского горизонта подразделяется на три свиты: нижнюю – пшехскую, среднюю полбинскую (остракодовый пласт) и верхнюю – Морозкиной балки и начинается с чередования известковистых и неизвестковистых глин, иногда алевроитистых с редкими прослоями алевролитов и мергелей (рис. 2). Выше залегают серые неизвестковистые глины с прослоями алевролитов, которые содержат комплекс фораминифер. Мощность отложений изменяется от 60 до 150 м и увеличивается в юго-восточном Предкавказье.

Трехчленное строение хадумских отложений хорошо наблюдается на схеме корреляции, который проходит с юго-запада на северо-восток по Восточно-Ставропольской впадине. Подошва хадумских отложений в этой части хорошо фиксируется каротажными

кривыми КС и ПС по смене преимущественно карбонатного разреза на более глинистый. В нижней части хадумского трансгрессивного цикла отмечается небольшой пласт мергелей (2–5 метров), который выше по разрезу сменяется более глинистым разрезом. Подобная смена характера осадконакопления на рубеже эоцена-олигоцена свидетельствует о некотором углублении бассейна и изменении обстановок осадконакопления от мелководно-шельфовых более глубоководными. В хадумской толще наблюдается резко контрастный остракодовый пласт (рис. 4). Корреляционная схема выровнена на кровлю остракодового пласта. По всей видимости в соленовское время бассейн достиг своей максимальной глубины, что могло привести к массовой гибели остракод и формированию остракодового горизонта с высокими значениями Сорг (Яндарбиев и др., 2017). В верхней части хадумского горизонта выделяются алевролитовые прослои. Мощность верхней пачки уменьшается в центральной части, где прослоев алевролитов не отмечается.

Таким образом можно выделить два основных типа разрезов: песчано-алевритисто-глинистый на Ставропольском своде и карбонатно-глинистый на Восточно-Ставропольской впадине. Первый тип разреза распространен на Западном и Центральном Предкавказье, а также в северных районах Восточного Предкавказья. Второй тип разреза характерен для Восточного Предкавказья и Терско-Каспийского прогиба.

Выявленная нефтегазоносность

Территория Предкавказья с позиций бассейнового принципа нефтегазогеологического районирования включает два нефтегазоносных бассейна – Азово-Кубанский (западная часть) и Терско-Каспийский (восточная часть). Преимущественно нефтяные залежи установлены в Восточном Предкавказье (Восточно-Ставропольская впадина, Прикумская зона поднятий и Терско-Каспийский прогиб). Промышленная газонасность приурочена к Ставропольскому своду и Южному Дагестану (Восточная антиклинальная зона Терско-Каспийского прогиба).

Диапазон промышленной нефтегазоносности охватывает весь комплекс отложений осадочного чехла – от триаса до неогена включительно, при этом скопления нефти и газа распределены неравномерно как по площади, так и по разрезу.

На территории Предкавказья выделяется шесть нефтегазоносных и газонефтеносных областей (НГО, ГНО) и самостоятельный потенциальный нефтегазоносный район (ПНГР) Северо-Кавказского краевого массива. Нефтегазоносные области и районы Предкавказья неравноценны по масштабам установленной нефтегазоносности. Среди платформенных областей региона наибольшей концентрацией углеводородов характеризуются Западно- и Восточно-Предкавказская, при этом первая преимущественно газонасная, а вторая в основном нефтеносная. Другой почти полностью газонасной областью региона является Центральное-Предкавказская. На нефтегазоносной территории кряжа Карпинского выделяется единственный Промысловско-Камышанский нефтегазоносный район, расположенный преимущественно на юго-востоке территории, включающий юрский, нижнемеловой и палеогеновый НГК.

Районирование Предкавказского региона России по перспективам газонасности хадумского горизонта

Результаты исследований комплексного анализа сейсмических, палеогеографических и стратиграфических материалов позволяют проследить общую унаследованность фациальных обстановок на каждом геологическом этапе формирования позднеэоцен-олигоценовых отложений. По результатам проведенных работ выделено восемь перспективных зон на поиски новых УВ в хадумских отложениях (рис. 5).

В пшехско-цимлянское время снос терригенного материала происходил с северных частей Восточно-Европейской платформы вдоль системы Ергинско-Ставропольско-Тимашевской зоны поднятий, ограниченной субмеридиональными прогибами, которые служили каналами поступления терригенного материала. В данной области можно выделить перспективную зону на поиск новых газовых скоплений УВ. В зоне 1 открыты крупные газовые месторождения Тахта-Кутульгинское и Сенгилеевское, резервуар которых представлен тонким чередованием песчаников, алевропесчаников и аргиллитов и характеризуется типичным литологическим строением для потоковых течений.

Мелководная обстановка способствовала в раннехадумское время накоплению терригенного обломочного материала в виде песчаных линз, заполняющих наиболее погруженные части. Глубина залегания продуктивных горизонтов до 1000 м. Скопления УВ предположительно приурочены к традиционному пластово-сводовому типу ловушек. Подобные области могут рассматриваться в качестве перспективной зоны на поиски новых УВ, в аналогичных отложениях палеогенового времени наблюдаются газопроявления в пределах Бейсугского месторождения.

В ики-бурульское и виргулиновское время наблюдалась схожая палеогеографическая обстановка с возобновлением осадконакопления в областях отсутствия седиментации остракодовых отложений. Позднесоленовские осадки перекрыли почти все участки внутрибассейновой раннесоленовской нулевой седиментации. Более интенсивное осадконакопление выявлено в относительно глубоководном шельфе вдоль впадин с некомпенсированным осадконакоплением в восточном и юго-западном Предкавказье. Увеличение мощности осадконакопления может быть связано с контурными течениями и сопутствующими процессами образования галоклина и пикноклина. В подобных области выделяются перспективные зоны, продуктивность которых приурочена к аргилитоподобным глинам листоватого строения.

В этих зонах открыты месторождения на площадях Воробьевское, Журавское, Ачикулак, Лесное, Прасковейское, Советское и др., а также установлены газо- и нефтепроявления. Нефтегазогенерационный потенциал в этих зонах высокий, Сорг достигают 8% при II типе вещества. Мощности хадумских отложений в среднем 20–40 м и резко увеличиваются до 100 м в пределах Журавско-Воробьевского месторождения. Наиболее южная перспективная зона характеризуется осадочным материалом контурных течений и сноса материала с горных массивов Кавказа. Материал накапливался в относительно глубоководных условиях, и ОВ приурочено к смешанному II-III типу.

Схема корреляции скважин по профилю 4.1

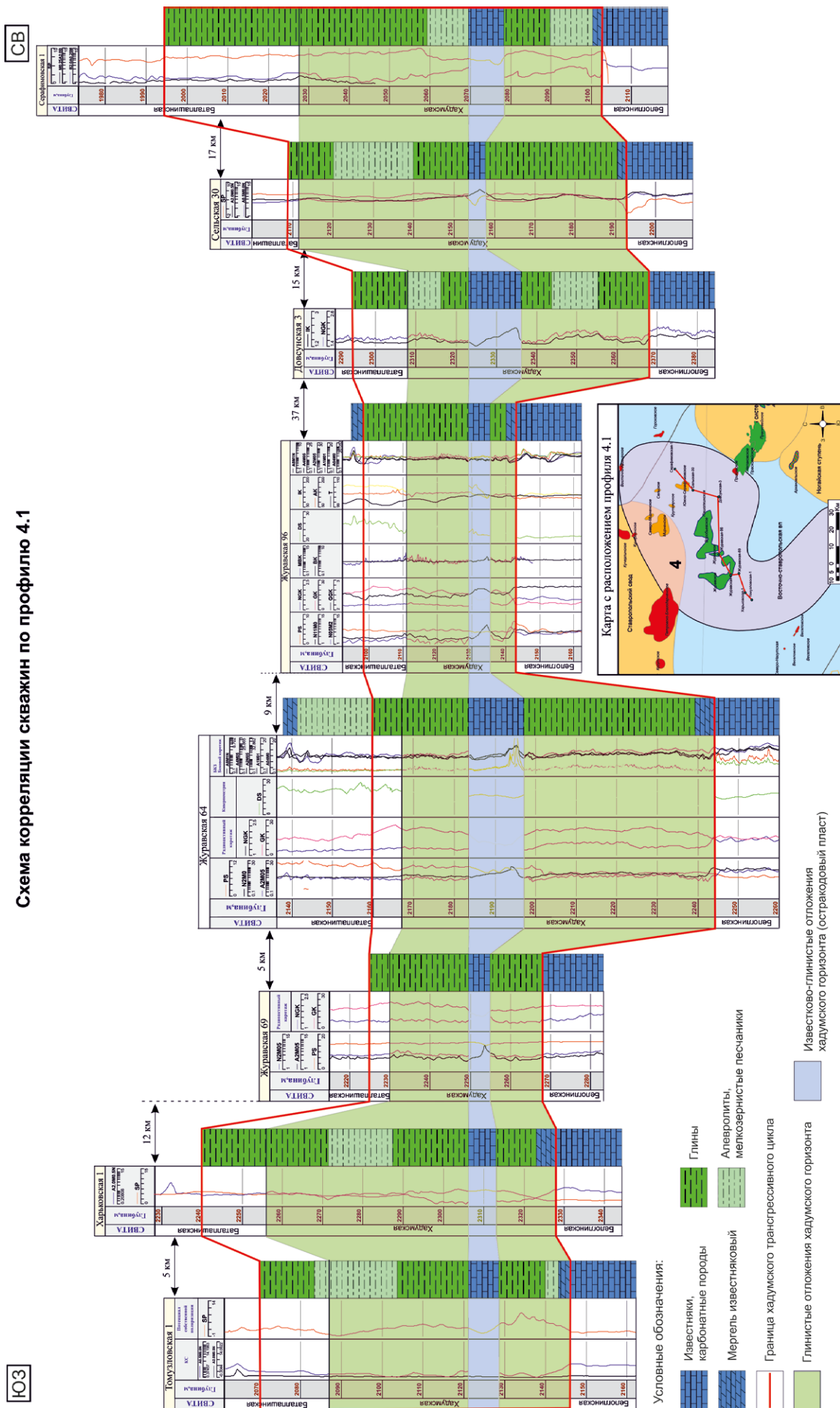


Рис. 4. Схема корреляции по профилю Восточно-Ставропольской впадины (По материалам СевКавНИПИнефть, 1985, ПО Ставропольнефтегеофизика, 1988, ООО «НПФ «Югеофизика, 2015».

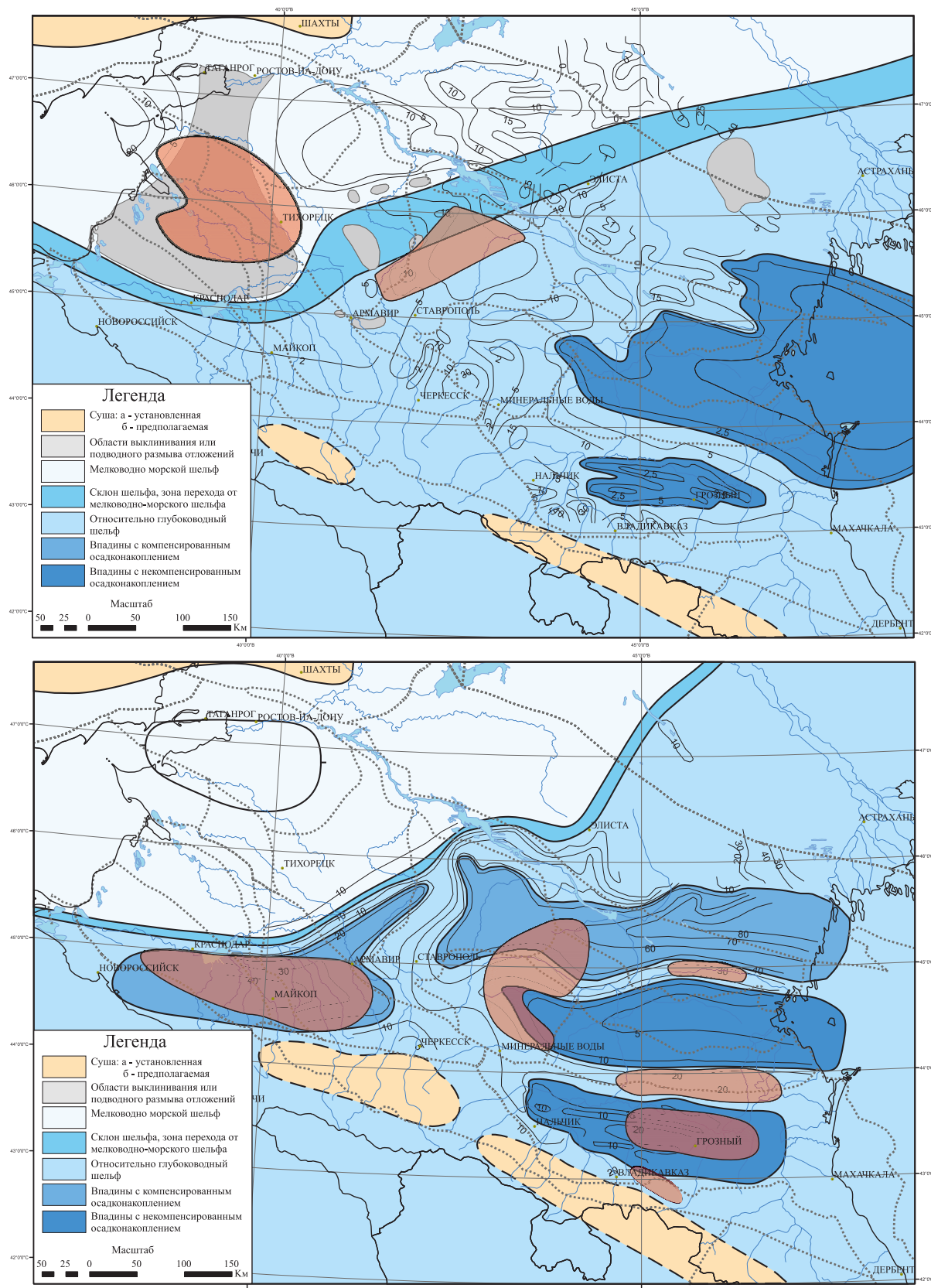


Рис. 5. Перспективные зоны на поиск новых месторождений УВ (1) – плейстоценовое время, (2) – вюрмское время. Карты предложены и модифицированы с использованием материалов работ (Столяров, 1991; Столяров, 1999; Столяров и др., 2004).

Выводы

Установлены новые важные особенности палеогеографических обстановок в хадумское время, свидетельствующие о нескольких этапах формирования врезов протяженностью до 100 и более км, шириной от сотен метров до 20–30 км и глубиной до десятков метров. Они выполнены

относительно более грубым песчано-алевритовым материалом, в прошлом могли служить путями миграции УВ, а в настоящее время могут содержать газовые и газоконденсатные залежи УВ. Такие протяженные фации каналов в дистальных участках формировали конусы выноса. Положение склоновых фаций конусов выноса, вероятно,

контролировалось уровнем галоклина (+ термоклина). Вслед за поступлением осадочного материала к уровню галоклина, внутрибассейновый твердый сток осуществлялся контурными течениями, которые формировали валообразные протяженные тела, окаймляющие котловины шельфа. Указанные тела могут обладать некоторыми перспективами, однако этот вопрос требует детальной разработки.

Все залежи нефти, открытые в нетрадиционных глинистых коллекторах хадума Предкавказья формировались в отложениях, которые накапливались ниже глубин галоклина, причем, главным образом, вдоль его кромки на значительно больших глубинах условия осаднения ОБ были все менее благоприятными.

Высокие перспективы Журавского района, подтвержденные большим количеством открытых залежей, а также более высоким этажом нефтегазоносности (в верхней части он включает низы баталпашинской (калмыцкой) свиты) являются не случайными. В направлении Журавского района, особенно ярко в Виргулинеелловое время, следовал поверхностный сток из Волго-Донского бассейна, расположенного севернее и отделенного от Предкавказского бассейна цепочкой островов широтного простирания. Меридиональный поверхностный сток, периодически сопровождался придонным стоком, об этом свидетельствуют непротяженные и неглубокие эрозионные врезы и маломощные шнурковые песчаные тела. Иными словами, Журавский район расположен на «перекрестке» придонных контурных и субмеридиональных, преимущественно поверхностных течений. Такая обстановка обеспечивала более высокую первичную биопродуктивность, за счет нескольких источников биофильных элементов. Условия осаднения и захоронения здесь также могли быть более благоприятными из-за периодического появления конусовидного в плане сероводородного облака (картируется по распределению рыбных остатков, чешуи рыб), за счет стока вод из Волго-Донского бассейна, вдоль южной кромки которого формировались «рыбные слои» в условиях периодических заморов (Столяров, 1991).

На основе комплексного изучения палеогеографических условий осадконакопления хадумских отложений, сейсмических, палеогеографических и стратиграфических материалов проведен фациальный анализ для каждого стратиграфического этапа формирования поздне-эоцен-олигоценых отложений. Определены источники сноса, характер привносимого материала и его вклад в формировании месторождений углеводородов, а также оценены перспективы открытия новых месторождений. Предлагаемая палеогеографическая и структурно-фациальная зональность позволила наметить восемь перспективных зон на поиск новых месторождений углеводородов хадумского горизонта: две перспективные зоны на поиск новых газовых скоплений углеводородов, остальные перспективные зоны – на поиск новых нефтяных и газовых скоплений углеводородов.

Благодарности

Авторы выражают благодарность рецензентам за интересные и полезные комментарии.

Литература

Воронина А.А., Попов С.В. (1987). Основные этапы развития Восточного Паратетиса в олигоцене – раннем миоцене. *Историческая*

геология. Итоги и перспективы. Под ред. Е.Е. Милановского и И.А. Добрускиной. М.: Изд-во МГУ, с. 263–270.

Глумов И.Ф., Гулев В.Л., Сенин Б.В., Карнаухов С.М. (2014). Региональная геология и перспективы нефтегазоносности Черноморской глубоководной впадины и прилегающих шельфовых зон. Под ред. Б.В. Сенина. Часть 1. М.: Недра.

Крашенинников В.А., Ахметьев М.А. (1996). Геологические и биотические события позднего эоцена-раннего олигоцена на территории бывшего СССР. Часть I. Москва: ГЕОС, 313 с.

Леонов Ю.Г., Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А., Хераскова Т.Н. (2010). Консолидированная кора Каспийского региона: опыт районирования. М.: ГЕОС, 64 с.

Летавин А. И., Орел В. Е., Чернышев С. М. Жорина З.И. (1987). Тектоника и нефтегазоносность Северного Кавказа. М.: Наука.

Рыжков В.И. (2016). Сейсморазведочные работы на худумскую свиту Северо-Кавказской НГП. Гос.контракт. Москва.

Столяров А.С. (1991). Палеогеография Предкавказья, Волго-Дона и Мангышлака. *Бюл. Моск. об-ва испытателей природы*, 4, с. 64–78.

Столяров А.С. (1999). Соленосные отложения Нижнего Оligoцена Предкавказья, Волго-Дона и Мангышлака. *Литология и полезные ископаемые*, 4, с. 420–431.

Столяров А.С., Ивлеева Е.И. (2004). Верхнеолигоценые отложения Предкавказья, Волго-Дона и Мангышлака в позднем Эоцене и раннем Оligoцене. *Литология и полезные ископаемые*, 3, с. 359–368.

Шарафутдинов В.Ф. (2003). Геологическое строение и закономерности развития майкопских отложений Северо-Восточного Кавказа в связи с нефтегазоносностью. *Дисс. доктора геол.-мин. наук*. Москва, 366 с.

Яндарбиев Н.Ш., Фадеева Н.П., Козлова Е.В., Наумчев Ю.В. (2017). Геология и геохимия хадумской свиты Предкавказья – как потенциального источника «сланцевых» углеводородов. *Георесурсы*, Спец. вып., с. 208–226.

Сведения об авторах

Елизавета Андреевна Краснова – кандидат геол.-мин. наук, старший научный сотрудник кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; старший научный сотрудник Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1

Антонина Васильевна Ступакова – доктор геол.-мин. наук, профессор, директор Института перспективных исследований нефти и газа, заведующая кафедрой геологии и геохимии горючих ископаемых, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1

Александр Николаевич Стафеев – кандидат геол.-мин. наук, доцент кафедры динамической геологии, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1

Наталья Петровна Фадеева – кандидат геол.-мин. наук, ведущий научный сотрудник кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова;

Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1

Нурдин Шамаевич Яндарбиев – кандидат геол.-мин. наук, доцент кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1

Анна Анатольевна Суслова – кандидат геол.-мин. наук, ведущий научный сотрудник кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1

Роман Сергеевич Сауткин – кандидат геол.-мин. наук, старший научный сотрудник кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1

Михаил Евгеньевич Воронин – научный сотрудник кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1

Петр Борисович Степанов – научный сотрудник кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова;
Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1

Андрей Александрович Книппер – научный сотрудник кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.
Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1

Яна Айратовна Шитова – аспирант кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, д. 1

Статья поступила в редакцию 11.03.2021;

Принята к публикации 28.04.2021;

Опубликована 25.05.2021

IN ENGLISH

ORIGINAL ARTICLE

Geological structure and paleogeographic zoning of the Khadum formation in Pre-Caucasus

E.A. Krasnova^{1,2*}, A.V. Stoupakova¹, A.N. Stafeev¹, N.P. Fadeeva¹, N.Sh. Yandarbiev¹, A.A. Suslova¹, R.S. Sautkin¹, M.E. Voronin¹, P.B. Stepanov¹, A.A. Knipper¹, Ya.A. Shitova¹

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

²Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

*Corresponding author: Elizaveta A. Krasnova, e-mail: e.krasnova@oilmsu.ru

Abstract. Unconventional oil and gas resource development and exploration is the one of the most prospective concept in petroleum geology. High carbon Khadum facies are investigated as unconventional resources in the Precaucas basin and contain gas, gas condensate and oil accumulations. Oligocene and Lower Miocene structure, prospectivity and fields distribution are the one of the most relevant subjects nowadays.

This study is focused on the main stages Late Eocene and Early Oligocene deposits formation and the paleogeography of the Khadum formation in the Precaucas oil and gas basin. The new prospective zones are developed in Khadum formation based on the complex analysis of seismic, paleogeography and lithofacies analysis.

Keywords: Pre-Caucasian region, Khadum horizon, submarine fans, discharge current, contour currents, hydrocarbon system, oil and gas reservoirs, source rocks, high carbon formations

Recommended citation: Krasnova E.A., Stoupakova A.V., Stafeev A.N., Fadeeva N.P., Yandarbiev N.Sh., Suslova A.A., Sautkin R.S., Voronin M.E., Stepanov P.B., Knipper A.A., Shitova Ya.A. (2021). Geological structure and paleogeographic zoning of the Khadum formation in Pre-Caucasus. *Georesursy = Georesources*, 23(2), pp. 99–109. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2021.2.9>

References

- Glumov I.F., Gulev V.L., Senin B.V., Karnaukhov S.M. (2014). Regional geology and prospects of oil and gas potential of the Black Sea deep-water basin and adjacent shelf zones. Ed. B.V. Senin. Part 1. Moscow: Nedra. (In Russ.)
- Krashennikov V.A., Akhmetiev M.A. (1996). Geological and biotic events of the Late Eocene-Early Oligocene in the territory of the former USSR. Part I. Moscow: GEOS, 313 p. (In Russ.)
- Leonov Yu.G., Volozh Yu.A., Antipov M.P., Bykadorov V.A., Kheraskova T.N. (2010). Consolidated crust of the Caspian region: experience of regionalization. Moscow: GEOS, 64 p. (In Russ.)
- Letavin A.I., Orel V.E., Chernyshev S.M., Zhorina Z.I. (1987) Tectonics and oil and gas potential of the North Caucasus. Moscow: Nauka (In Russ.)
- Ryzhkov V.I. (2016). Seismic exploration work on the Khadum suite of the North Caucasian oil and gas field. State contract. Moscow. (In Russ.)
- Sharafutdinov V.F. (2003). Geological structure and patterns of development of the Maikop deposits of the North-Eastern Caucasus in connection with oil and gas content. *Geol. and Min. Dr. Sci. Diss.* Moscow, 366 p. (In Russ.)
- Stolyarov A.S. (1991). Paleogeography of Ciscaucasia, Volga-Don and Mangyshlak. *Byul. Mosk. ob-va ispytateley prirody*, 4, pp. 64–78. (In Russ.)
- Stolyarov A.S. (1999). Solonchok deposits of the Lower Oligocene of the Ciscaucasia, Volga-Don and Mangyshlak. *Lithology and mineral resources*, 4, pp. 420–431. (In Russ.)
- Stolyarov A.S., Ivleva E.I. (2004). Upper Oligocene deposits of the Ciscaucasia, Volga-Don and Mangyshlak in the late Eocene and early Oligocene. *Lithology and mineral resources*, 3, pp. 359–368. (In Russ.)
- Voronina A.A., Popov S.V. (1987). The main stages of the development of Eastern Paratethys in the Oligocene-Early Miocene. *Historical geology*.

Results and prospects. Ed. E.E. Milanovskii and I.A. Dobruskina. Moscow: MSU, pp. 263–270. (In Russ.)

Yandarbiev N.Sh., Fadeeva N.P., Kozlova E.V., Naumchev Yu.V. Khadum (2017). Formation of Pre-Caucasus region as potential source of oil shales: geology and geochemistry. *Georesursy = Georesources*, Special issue, pp. 208–226. <http://doi.org/10.18599/grs.19.21>

About the Authors

Elizaveta A. Krasnova – PhD (Geology and Mineralogy), Senior Researcher, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University; Senior Researcher, Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the Russian Academy of Sciences

1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation

Antonina V. Stoupakova – DSc (Geology and Mineralogy), Professor, Head of the Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University

1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation

Aleksander N. Stafeev – PhD (Geology and Mineralogy), Associate Professor, Dynamic Geology Department, Lomonosov Moscow State University

1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation

Anna A. Suslova – PhD (Geology and Mineralogy), Leading Researcher, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University

1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation

Roman S. Sautkin – PhD (Geology and Mineralogy), Senior Researcher, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University

1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation

Mikhail E. Voronin – Researcher, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University

1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation

Petr B. Stepanov – Researcher, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University

1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation

Andrey A. Knipper – Researcher, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University

1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation

Yana A. Shitova – PhD student, Petroleum Geology Department, Lomonosov Moscow State University

1, Leninskie gory, Moscow, 119234, Russian Federation

Manuscript received 11 March 2021;
Accepted 28 April 2021; Published 25 May 2021