

Код МРНТИ 38.57.19:38.57.25

А.Б. Карамурзаева¹, *Н.И. Есполова¹, А. Шарпаатов²¹Филиал ТОО «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИмұнайгаз» (г. Актау, Казахстан),²КазННТУ им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан)

ЛИТОФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЮРСКИХ КОМПЛЕКСОВ БОЗАЩИНСКОГО СВОДА

Аннотация. Одним из важнейших задач современной седиментологии является изучение развития процесса условий осадконакопления во времени и в пространстве. Решение данной задачи имеет важное практическое значение для успешного прогнозирования геометрии природных резервуаров нефти и газа, что особенно важно при построении корректных геологических моделей. В данной работе важными источниками информации, предоставляющими эти сведения, являются данные глубокого бурения, керновые материалы, геофизика, сейсмика, представления о седиментологических закономерностях распределения литологических осадочных ассоциаций в определенных фациальных зонах. По результатам данной работы по данным новых пробуренных скважин позволили уточнить и подтвердить литолого-палеогеографические карты, представленные в трудах советских ученых Атласа СССР.

Ключевые слова: Бозащинский свод, комплексирование геолого-геофизических данных, фация, керн, литология, палеогеография, палеогеоморфология.

Бозащы дөңесінің юра кешендерін литофациалық талдау

Аңдатпа. Қазіргі седиментологияның маңызды міндеттерінің бірі – уақыт пен кеңістіктегі шөгудің жағдайларының процесінің дамуын зерттеу. Бұл мәселенің шешуінің табиғи мұнай және газ қабаттарының геометриясын сәтті болжау үшін үлкен практикалық маңызы бар, бұл әсіресе дұрыс геологиялық модельдерді құру кезінде маңызды. Бұл жұмыста терең бұрғылау деректері, керн материалдары, геофизикалық, сейсмикалық, белгілі бір фациялық аймақтардағы литологиялық шөгінді бірлестіктердің седиментологиялық заңдылықтары туралы идеялар осы ақпаратты қамтамасыз ететін маңызды ақпарат көздері болып табылады. Осы жұмыстардың нәтижелері бойынша жаңа бұрғыланған ұңғымалардың мәліметтері бойынша КСРО Атласының кеңес ғалымдарының еңбектерінде келтірілген литологиялық-палеогеографиялық карталарды нақтылауға және растауға мүмкіндік берді.

Түйінді сөздер: Бозащы дөңесі, геологиялық-геофизикалық деректерді кешендеу, фация, керн, литология, палеогеография, палеогеоморфология.

Lithofacial analysis of the jurassic complexes of the Buzachinsky arch

Annotation. One of the most important tasks of modern sedimentology is the study of the development of the process of sedimentation conditions in time and space. The solution of this problem is of great practical importance for the successful prediction of the geometry of natural oil and gas reservoirs, which is especially important when building correct geological models. In this paper, important sources of information providing this information are deep drilling data, core materials, geophysics, seismics, ideas about sedimentological patterns of distribution of lithological sedimentary associations in certain facies zones. According to the results of this work, according to the data of new drilled wells, it was possible to clarify and confirm the lithological and paleogeographic maps presented in the works of Soviet scientists of the Atlas of the USSR.

Key words: Bozaschy arch, integration of geological and geophysical data, facies, core, lithology, paleogeography, paleogeomorphology.

Введение

Бозащинский свод, входящий в северную зону со стороны Туранской плиты, является наиболее перспективным на нефть и газ верхнепермско-мезозойскому комплексу отложений (рис. 2) [1]. Для этого рассмотрим палеогеографическую (палеогеоморфологическую) обстановку формирования юрской продуктивной толщи Прикаспийской впадины и Туранской плиты, в пределах которых расположен исследуемый район.

Материалы и методы исследования

Для литофациального анализа авторами были сопоставлены исторические данные, отбор керн, результаты геофизических исследований скважин (ГИС) и сейсмические данные [2, 3]. Результаты литофациального анализа могут применяться при уточнении связи керн-ГИС и петрофизическом обосновании коллекторов [4, 5].

Восстановление палеогеоморфологических условий, основанное на изучении исторических данных, показало, что до конца среднеюрской и начала позднеюрской эпохи большая часть Прикаспийско-Туранской области представляла собой пологонаклонную в юго-восточном направлении низменную континентальную равнину, имеющую вид обширного амфитеатра и ограниченную денудационно-абразионными уступами. За последними располагались возвышенности, служившие источниками сноса [6].

Самым характерным элементом геоморфологической обстановки в гумидных условиях были палеодолины, которые при слиянии образовывали обширную дельтовую

область, в три раза превосходящую современную дельту Волги и захороненную в настоящее время под водами акватории современного Каспия. Приемником стока являлся Каспийский озерно-морской бассейн. Прикаспийско-Туранская палеоравнина была полностью перекрыта осадками позднеюрской трансгрессии.

По данным керн вновь пробуренных оценочных скважин на Бозащинском своде был проведен седиментологический анализ в комплексе с данными ГИС и сейсмики [7].

Обобщенная схема седиментологического анализа приведена на рисунке 1.

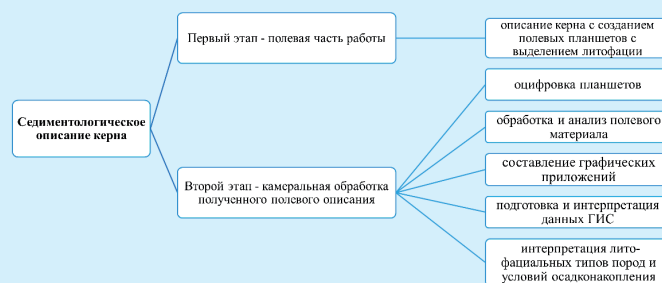


Рис. 1. Схема работ по седиментологическому анализу. Сурет 1. Седиментологиялық талдау бойынша жұмыс схемасы.

Figure 1. Scheme of work on sedimentological analysis.

Обсуждение результатов

По данным описания керна и результатов стандартных и специальных исследований керна авторами статьи вы-

делено 13 литофаций (таблица 1), данные которых были использованы для определения фациальной принадлежности [7].

Таблица 1
Выделенные литофации
Анықталған литофациялар
Identified lithofacies

№	Литофации	Код литофации
1	Уголь	0
2	Глина	1
3	Алевролит	2
4	Мелкозернистый песчаник	3
5	Среднезернистый песчаник	4
6	Крупнозернистый песчаник	5
7	Переслаивание глин и песчаников	6
8	Переслаивание песчаников и глин	7
9	Переслаивание глин, алевролитов, песчаника и углистого материала	8
10	Известняк	9
11	Породы с карбонатным цементом	10
12	Переслаивание алевролитов и глин	11
13	Песчаник с карбонатным цементом	12

Анализ проводился по ограниченному материалу кер-на, отбор керна производился не сплошным выносом, а интервально по продуктивным горизонтам J-IV, J-III, J-II, J-I, J-1C, J-2C, J-3C, J-4C, J-5C.

Детальное описание определения условий осадко-накопления вызвало затруднения в связи с отсутствием полного выноса керна по горизонтам, в следствие чего в интервалах отсутствия керновых данных литофации были дополнены по данным гамма-каротажа (ГК). Кон-фигурация боковой линии кривой ГК отражает характер строения и изменения состава пород, слагающих данный пласт по вертикали (слабая изменчивость литологии или частое переслаивание песчаных и глинистых разностей). Данная конфигурация боковой линии кривой ГК нередко свидетельствует о том, в каких гидродинамических (ста-бильных или резко меняющихся) условиях формировался данный пласт [8, 9].

На примере блок-диаграммы дельтового комплекса в пределах продуктивного горизонта J-IV в одном из ме-сторождений исследуемого района были определены ус-ловия обстановки по седиментологическому описанию керна и данных кривой гамма-каротажа (рис. 3).

Керн, отобранный в скважинах 8063 и 9421, представ-лен 8-ой литофацией, описывается переслаиванием глин, алевролита и нефтенасыщенного мелкозернистого пе-счаника, с включениями ОРО, а также со следами биотур-бации. Верхняя часть горизонта сложена глинами с про-слойками алевролита, представлена максимумом значения

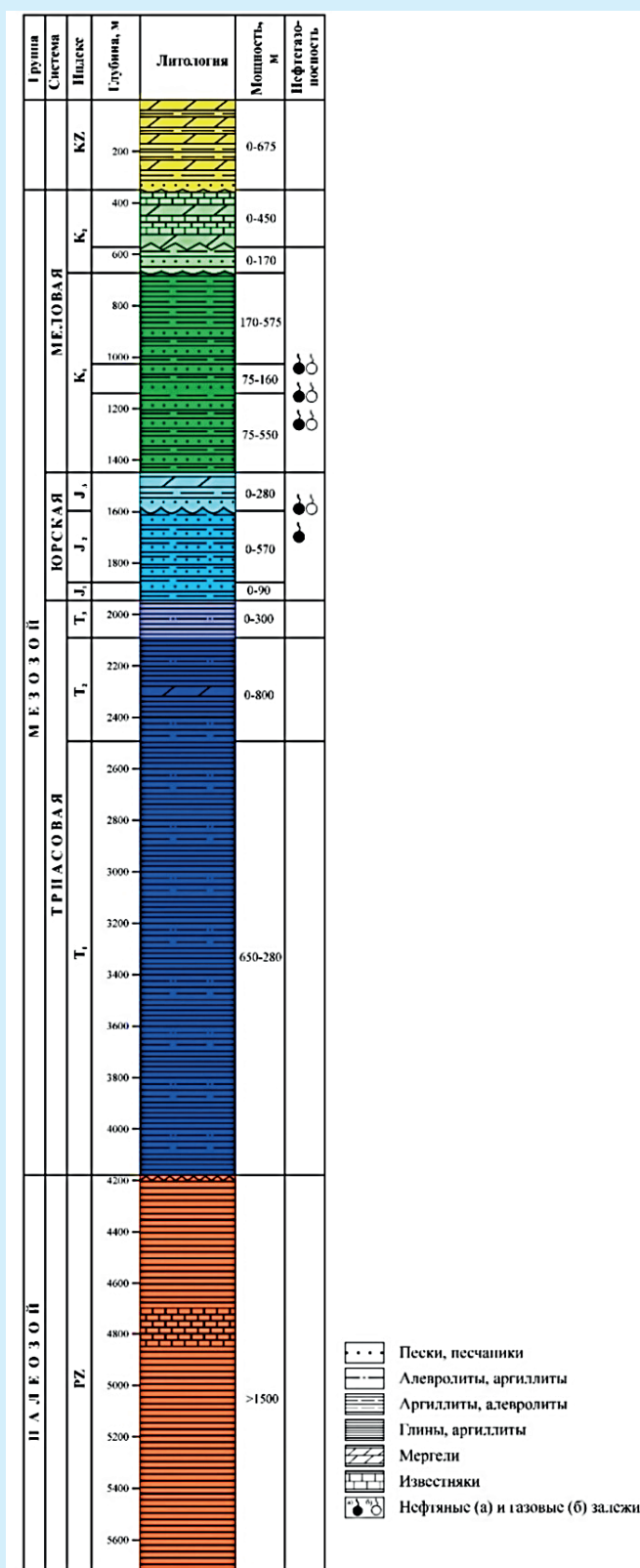


Рис. 2. Сводный геологический разрез Бозашинского свода (Каражанбас, Каламкас, Сев. Бозашы) по [1].
Сурет 2. Бозашы күмбезінің (Қаражанбас, Қаламқас, Сев. Бозашы) біріктірілген геологиялық қимасы [1] бойынша.

Figure 2. Consolidated geological section of the Bozaschy dome (Karazhanbas, Kalamkas, Sev. Bozaschy) according to [1].

на кривой ГК (рис. 3). В интервалах отсутствия керновых данных литофации определены по характеру зазубренности кривой ГК, связанной переслаиванием глин и алевролитов. Заглинизированные литофации отнесены к пойменным отложениям, которые образовались в межканальных заливах дельтового комплекса.

По керну скважины 8238 можно провести наблюдение цикла осадконакопления с повышением и понижением уровня и скорости воды. Такой цикл характерен в разрезе чередованием нескольких литофаций, представленных мелкозернистым нефтенасыщенным песчаником с переслаиванием глин и алевролитов, а также тонким переслаиванием алевролита с карбонатным цементом. Далее наблюдается плавная смена литофации переслаивания глин и алевролитов на среднезернистый нефтенасыщенный песчаник, представленный уменьшением конфигурации кривой ГК, что свидетельствует о повышении гидродинамики данного интервала. Данный цикл связан с приливо-отливной зоной, а также с повышением уровня воды затопляемой зоны дельты и образованием мелководной зоны, что подтверждается наличием пород с карбонатным цементом.

По выносу керна в скважине 8820 наблюдается локальный врез песчаного тела с мощностью около 20 метров. Песчаники мелкозернистые и среднезернистые с запахом УВ. Также и как в скважине 8238 в разрезе наблюдается врез алевролита с карбонатным цементом, что свидетельствует о мелководных условиях осадконакопления. Пес-

чаники данного горизонта по кривой ГК представлены минимальными значениями. Встреченный мощный пласт песчаника, подстилающегося сверху и снизу глинисто-алевритистыми породами, характеризуется как песчаный бар каналов дельты. В разрезе представленных скважин присутствуют крепкие песчаники и алевролиты с карбонатным цементом, известняки, что охарактеризовывает влияние морских условий осадконакопления по всей площади исследуемого объекта [7].

Дельтовая обстановка представляет собой сложный комплекс, в котором действуют различные механизмы осадконакопления и различные среды, хотя и генетически связанные. Отложения дельтового комплекса включают в себя отложения распределительных каналов, устьевых баров, лагун, приливо-отливных каналов и межканальных заливов дельтовой равнины.

Вскрытые керновыми материалами песчаные отложения относятся к песчаникам устьевых баров и распределительных каналов. Литофации песчаников устьевых баров генетически связаны с прибрежной полосой моря и образованы на стыке речных и морских вод, где река теряет свою скорость и сбрасывает переносимый ею терригенный материал.

Литофации, представленные переслаиванием глин, алевролитов, песчаников и углистого материала со взмучиванием, горизонтальной слоистостью, относятся к лагунным отложениям дельтового комплекса осадконакопления. Также наличие обильной биотурбации и следов илоедов

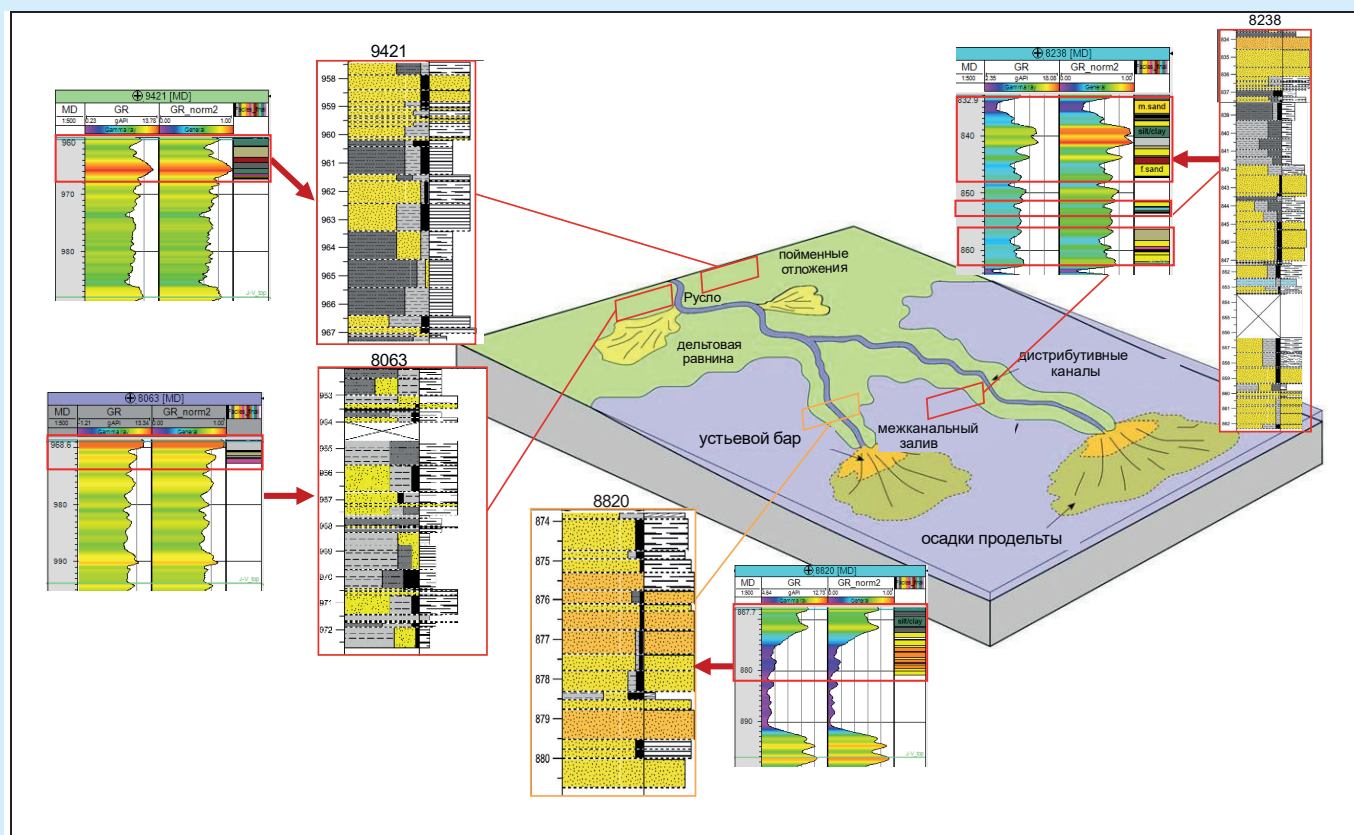


Рис. 3. Блок-диаграмма дельтового комплекса в пределах продуктивного горизонта J-IV с дополнением [11].
Сурет 3. J-IV өнімді горизонттағы дельталық комплексінің құрылымдық сұлбасы [11] толықтырылуымен.
Figure 3. Block diagram of the deltaic complex within the productive horizon J-IV with addition [11].

несомненно указывает на лагунные условия осадконакопления. В период снижения уровня моря идет увеличение влияния континентальных условий осадконакопления, таких как отложения лагун, межканальных заливов.

По результатам литофациального анализа была выполнена корреляция литотипов. По корреляции также можно предположить, что по Бозащинскому своду наблюдается, что процесс осадконакопления происходил в ретроградационном наборе парасеквенций. При ретроградационном пакете парасеквенции наблюдается продвижение морских отложений в сторону суши. В результате донные отложения постепенно заполняют дно бассейна, переходят в область континентального склона и начинают вытеснять воду в сторону суши, начинается трансгрессивный этап развития бассейна. К концу формирования ретроградационного пакета большая часть прибрежной равнины – отложения морских фаций или прибрежно-морских (рис. 4) [10, 11].

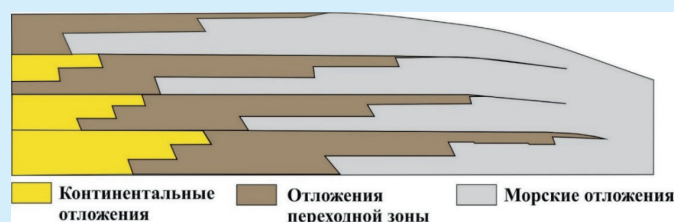


Рисунок 4. Интерпретированный разрез для Бозащинского разреза.

Сурет 4. Бозащы кимасы үшін интерпретацияланған кимасы.

Figure 4. Interpreted section for the Bozashy section.

Закключение

На основании вышеизложенных результатов данного исследования и сопоставления их с историческими данными можно сделать вывод о характере отложений, формировавшихся в дельтовых, континентальных и прибрежно-морских условиях. Результатом исследования авторами приводится схема на рисунке 5, представлен характер

формирования концепции Бозащинского свода. В разрезе снизу-вверх имеется постепенный переход от дельтовой равнины в мелководные и приливно-отливные условия осадконакопления (рис. 5). Полученные результаты литофациального анализа подтверждают и уточняют данные карты литолого-палеографического Атласа СССР, которые легли в основу данной научной работы [12].

	Ярус	Среда осадконакопления	Колебания – УМ +
Юрская	Верхний	Киммеридж-титон	Мелководная морская и прибрежная зоны
	Средний	Батский - Байосский	Равнина, временами заливавшаяся морем
	Ааленский	Низменная аккумулятивная равнина	

Рис. 5. Характер концепции формирования Бозащинского свода.

Сурет 5. Бозащы күмбесінің қалыптасу тұжырымдамасының сипаты.

Figure 5. The nature of the concept of the Bozashy arch formation.

Благодарность

Авторы статьи выражают глубокую признательность недропользователю и коллегам за содействие в предоставлении необходимых материалов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Глумов И.Ф., Маловицкий Я.П., Новиков А.А., Сенин Б.В. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр». – 2004. – С. 342 (на русском языке)
2. Джайкиева С.С., Ряхимов Р.Н. и др. «Отчет к обоснованию методики интерпретации ГИС и переинтерпретации данных ГИС м. Каламкас. Актау: Филиал ТОО «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИмунайгаз». – 2021. – С. 300 (на русском языке)
3. Отчеты «Стандартный и специальный ком плекс исследований керна из оценочных скважин месторождений». Актау: ЦНЛИ, Филиал ТОО «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИмунайгаз». – 2018-2020 гг. – С. 95 (на русском языке)
4. Шахин Шах, Хафиджур Рахман Хан, Ананна Рахман, Рашидул Ислам, Сайед Истияк Ахмед, Мохаммад Исмиле Молла, Стивен Батт. Петрофизическая оценка данных каротажа скважин для определения характеристик коллектора на газовом месторождении Титас, Бангладеш: тематическое исследование // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2021. – <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2021.104129> (на английском языке)
5. Копеев К.Н., Борисенко Г.Т., Шарапатов А., Ахметжанов А.Ж. Изучение петрофизических связей для совершенствования методики интерпретации данных ГИС юрских отложений Мангышлака. Научно-технический вестник «Каротажник». – Тверь, РФ. – Вып. 1 (301). – 2020. – С. 46-56. – ISSN 1810-5599 (на русском языке)

6. Кирюхин Л.Г., Проничева М.В. Погребенная юрская дельта Прикаспийско-Туранской области и перспективы ее нефтегазоносности. – Экспресс-информация. ВИЭМС. Сер. Геол., методы поисков и разв. м-ний нефти и газа. – 1976. – №4. – С. 1-14 (на русском языке)
7. Жайканов А.Б., Нугманов Б.Х. Седиментологический анализ юрских продуктивных горизонтов на месторождении Каламқас по результатам стандартных и специальных лабораторных исследований керн в 5-ти новых скважинах. Фонды КазНИПИМунайгаз. – Ақтау. – 2021. – С. 295 (на русском языке)
8. Мазумдер Р. Происхождение осадка. Влияние на состав от источника к отложению. Elsevier. – 2017. – С. 614 (на русском языке)
9. Жемчугова В.А. Практическое применение резервуарной седиментологии при моделировании углеводородных систем. РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. – Москва. – 2014. – С. 344 (на русском языке)
10. Барабошкин Е.Ю. Практическая седиментология (терригенные коллектора). Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ. – Томск. – 2007. – С. 154 (на русском языке)
11. Гари Николс. Седиментология және стратиграфия. 2-ші басылым. – 2009. – С. 419 (на английском языке)
12. Глав. ред. А. П. Виноградов. Атлас литолого-палеогеографических карт СССР: IV том. // Атлас. – Москва: ГУГК. – 1968. – С. 80 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Глумов И.Ф., Маловицкий Я.П., Новиков А.А., Сенин Б.В. Каспий теңізінің аймақтық геологиясы және мұнай-газдылығы. – М.: «Недра-бизнес орталығы» ЖШҚ. – 2004. – Б. – 342 (орыс тілінде)
2. Джайкиева С.С., Рахимов Р.Н. және т.б. «Қаламқас кенорнының ҰГЗ интерпретациялау әдістемесін негіздеу және ҰГЗ деректерін қайта интерпретациялау туралы есеп». – Ақтау: «КМГ Инжиниринг» ЖШС «КазНИПИМунайгаз» филиалы. – 2021. – Б. 300 (орыс тілінде)
3. Есептер «Кенорын бағалау ұңғымаларынан алынған кернның негізгі зерттеулердің стандартты және арнайы кешені». Ақтау: ЦНЛИ, «КМГ Инжиниринг» ЖШС «КазНИПИМунайгаз» филиалы. – 2018-2020. – Б. 95 (орыс тілінде)
4. Шахин Шах, Хафизур Рахаман Хан, Ананна Рахман, Рашидул Ислам, Сайед Истияк Ахмед, Мұхаммед Исмиле Молла, Стивен Батт. Бангладеште Титас газ кен орнында қабат сипаттамасына арналған ұңғыма журналының деректерін петрофизикалық бағалау: жағдайды зерттеу // Табиғи газ туралы ғылым және инженерия журналы. – 2021. – <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2021.104129> (ағылшын тілінде)
5. Көпеев Қ.Н., Борисенко Г.Т., Шарапатов А., Ахметжанов А.Ж.. Маңғышлақтың юра шөгінділерінен алынған ұңғымаларды каротаждау деректерін біріктірудің әртүрлі әдістері үшін петрофизикалық байланыстарды зерттеу. «Каротажник» ғылыми-техникалық бюллетень. – Тверь, РФ. – Шығ. 1 (301). – 2020. – Б. 46-56. – ISSN 1810-5599 (орыс тілінде)
6. Кирюхин Л.Г., Проничева М. В. Каспий маңы-Тұран облысының жерленген юра дельтасы және оның мұнай мен газдың келешегі. – Жедел ақпарат. ВИЭМС. Сер. Геол., іздеу әдістері және даму. Мұнай және газ кенорны. – 1976. – №4. – Б. 1-14 (орыс тілінде)
7. Жайқанов А.Б., Нұгманов Б.Х. Жаңа 5 ұңғымадағы стандартты және арнайы зертханалық керн сынақтарының нәтижелері бойынша Қаламқас кен орнындағы юралық өнімді горизонттардың седиментологиялық талдауы. КазНИПИМунайгаз қоры. – Ақтау. – 2021. – Б. 295 (орыс тілінде)
8. Мазумдер Р. Шөгіндінің шығу тегі. Шығу көзінен шөгіндіге дейін құрамына әсер етуі. Elsevier. – 2017. – Б. 614 (ағылшын тілінде)
9. Жемчугова В.А. Көмірсутекті жүйелерді модельдеуде қабаттық седиментологияны практикалық қолдану. И.М. Губкин атындағы Ресей мемлекеттік мұнай және газ университеті. – Мәскеу. – 2014. – Б. 344 (орыс тілінде)
10. Барабошкин Е.Ю. Практикалық седиментология (терригендік коллекторлар) ТПУ мұнай және газ мамандарын кәсіби қайта даярлау орталығы. – Томск. – 2007. – Б. 154 (орыс тілінде)
11. Гари Николс. Седиментология және стратиграфия. 2-ші басылым. – 2009. – Б. 419 (ағылшын тілінде)
12. Бас редактор. А.П. Виноградов. КСРО литологиялық-палеогеографиялық карталарының атласы: IV том. // Атлас. – Мәскеу: ГУГК. – 1968. – Б.80 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Glumov I.F., Malovickij YA.P., Novikov A.A., Senin B.V. Regional'naya geologiya i neftegazonosnost' Kaspijskogo morya [Regional geology and oil and gas potential of the Caspian Sea]. – М.: ООО «Nedra-Biznescentr». – 2004. – P. 342 (in Russian)

2. Dzhajkiewa S.S., Ryahimov R.N. i dr. «Otchet k obosnovaniyu metodiki interpretacii GIS i pereinterpretacii dannyh GIS m.Kalamkas. Aktau: Filial TOO «KMG Inzhiniring» «KazNIPImunajgaz» [Report on the substantiation of the well-logging interpretation methodology and reinterpretation of the well-logging data of the Kalamkas field]. – 2021. – P. 300 (in Russian)
3. Otchety «Standartnyj i special'nyj kompleks issledovanij kerna iz ocenочnyh skvazhin mestorozhdenij» [Reports. Standard and special complex of core studies from appraisal wells of deposits]. Aktau: CNLI, Filial TOO «KMG Inzhiniring» «KazNIPImunajgaz». – 2018-2020. – P. 95 (in Russian)
4. Shaheen Shah, Hafijur Rahaman Khan, Ananna Rahman, Rashidul Islam, Syed Istiyak Ahmed, Mohammad Ismile Molla, Stephen Butt. Petrophysical evaluation of well log data for reservoir characterization in Titas gas field, Bangladesh: a case study // *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. – 2021. – <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2021.104129> (in English)
5. Kopeev K.N., Borisenko G.T., Sharapatov A., Ahmetzhanov A.ZH. Izuchenie petrofizicheskikh svyazej dlya sovershenstvovaniya metodiki interpretacii dannyh GIS yurskih otlozhenij Mangyshlaka [Study of petrophysical connections to improve the methods of interpretation of well log data of the Jurassic deposits of Mangyshlak]. *Nauchno-tekhnicheskij vestnik «Karotazhnik»*, vypusk 1 (301). – Tver', RF. – 2020. – P. 46-56. – ISSN 1810-5599 (in Russian)
6. Kiryuhin L.G., Pronicheva M.V. Pogrebennaya yurskaya del'ta Prikaspijsko-Turanskoj oblasti i perspektivy ee neftegazonosnosti [The buried Jurassic delta of the Caspian-Turan region and the prospects of its oil and gas potential]. – *Ekspress-informaciya. VIEMS. Ser. Geol., metody poiskov i razv. m-nij nefti i gaza*. – 1976. – №4. – P. 1-14 (in Russian)
7. Zhajkanov A.B., Nugmanov B.H. Sedimentologicheskij analiz yurskih produktivnyh gorizontov na mestorozhdenii Kalamkas po rezul'tatam standartnyh i special'nyh laboratornyh issledovanij kerna v 5-ti novyh skvazhinah [Sedimentological analysis of Jurassic productive horizons at the Kalamkas field based on the results of standard and special laboratory core studies in 5 new wells]. *KazNIPImunajgaz, Aktau*. – 2021. – P. 295 (in Russian)
8. Mazumder R. Sediment provenance. Influences on compositional change from source to sink, Elsevier. – 2017. – P. 614 (in English)
9. Zhemchugova V.A. Prakticheskoe primenenie rezervuarnoj sedimentologii pri modelirovanii uglevodorodnyh system [Practical application of reservoir sedimentology in modeling of hydrocarbon systems], *RGU nefti i gaza imeni I.M.Gubkina, Moskva*. – 2014. – P. 344 (in Russian)
10. Baraboshkin E.Yu. Prakticheskaya sedimentologiya (terrigennye kollektora). [Practical sedimentology (terrigenous reservoirs)]. *Centr professional'noj perepodgotovki specialistov neftegazovogo dela TPU*. – Tomsk. – 2007. – P. 154 (in Russian)
11. Gary Nichols. *Sedimentology and Stratigraphy*. – 2nd ed. – 2009. – P. 419 (in English)
12. Glav. red. A.P. Vinogradov. Atlas litologo-paleograficheskikh kart SSSR: IV tom [Atlas of lithological and paleogeographic maps of the USSR]. // *Atlas*. – Moskva: GUGK. – 1998. – P. 80 (in Russian)

Сведения об авторах:

Карамурзаева А.Б., ведущий инженер Службы геологического моделирования филиала TOO «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИМунайгаз», соискатель ученой степени PhD по наукам о Земле, внутренний тренер TOO «КМГИ» (г. Актау, Казахстан), A.Karamurzaeva@kmge.kz; <https://orcid.org/0009-0000-1232-4094>

Есполова Н.И., инженер Службы геологии и геологоразведки филиала TOO «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИМунайгаз» (г. Актау, Казахстан), n.yespolova@kmge.kz; <https://orcid.org/0000-0003-4768-2881>

Шарапатов А., кандидат геолого-минералогических наук, ассоциированный профессор кафедры Геофизики КазНУ им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), a.sharapatov@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0003-2578-3817>

Авторлар туралы мәліметтер:

Карамурзаева А.Б., «КМГ Инжиниринг» ЖШС филиалы «ҚазҒЗЖИМунайгаз» геологиялық модельдеу қызметінің жетекші инженері, Жер туралы ғылымдар бойынша PhD ғылыми дәрежесінің кандидаты, ЖШС «КМГИ» тренері (Ақтау қ., Қазақстан)

Есполова Н.И., ЖШС КМГИ «ҚазҒЗЖИМунайгаз» геология және геологиялық барлау қызметінің инженері (Ақтау қ., Қазақстан)

Шарапатов Ә., геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, Сәтбаев Университеті Геофизика кафедрасының қауымдастық профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Karamurzaeva A.B., Leading Engineer of the Geological Modeling Service of Kaznipimunaigas LLP, candidate for the degree of PhD in Earth Sciences, internal trainer of KMG LLP (Aktau, Kazakhstan)

Yespolova N.I., Engineer of the Geology and Geological Exploration Service of KazNIPIMunaygas LLP (Aktau, Kazakhstan)

Sharapatov A., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Geophysics of Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)