

УДК 553.98

DOI 10.31087/0016-7894-2022-3-39-53

Тектоника, перспективы нефтеносности карбонатов алексинского горизонта платформенной части Башкортостана

© 2022 г. | Р.Х. Масагутов¹, Д.У. Комилов², С.В. Хакимова³¹ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан», Уфа, Россия; masagutovr@mail.ru;²ГБОУ «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия; komilov_12@mail.ru;³ООО НПЦ «Геостра» (АО «Башнефтегеофизика»), Уфа, Россия; sveta_h@bngf.ru

Поступила 17.12.2021 г.

Доработана 20.01.2022 г.

Принята к печати 08.02.2022 г.

Ключевые слова: *тектоника; горизонт; толщина; пласт; коллектор; органогенная постройка; нефть; перспективы.*

Аннотация: С помощью палеоструктурных построений выделены региональные положительные и отрицательные структурные формы. Среди отрицательных элементов установлен Усть-Айско-Гончаровский прогиб, который протягивался в северо-северо-восточном направлении через всю платформенную часть Башкортостана и в тектоническом отношении разделял древний структурный план на две зоны, Западную и Восточную. Западная зона в процессе своего формирования оказала наибольшее влияние на накопление и распространение карбонатных и терригенных коллекторов. Доломиты и доломитизированные известняки, с которыми связаны коллекторы в пласте C_{1al} carb, генетически обязаны процессу замещения ионами магния ионов кальция в образующихся минералах известнякового ила в мелководном морском бассейне, дно которого в среднеалексинское время было подвержено эрозионному размыву (вплоть до полного) на существенной платформенной части Башкортостана. Они прослеживаются в разрезах скважин Южно-Татарского свода, его восточного и юго-восточных склонов, почти на всей территории Благовещенской впадины и Бирской седловины и замещены плотными породами в Верхнекамской, Бымско-Кунгурской и Салмышской впадинах, а также в Предуральском прогибе. Современная тектоника алексинского горизонта отличается от древней. В результате прошедших на последующих этапах геологического развития изменений знака движений отдельных блоков вместо положительных форм возникали отрицательные и наоборот. Алексинский горизонт расчленен на три толщи, разрезы которых начинаются однотипными известняками, которые обладают флюидоупорными свойствами и используются в качестве маркирующих реперов. Открытые в нем залежи нефти приурочены к структурам облекания верхнедевонских органогенных построек и могут находиться и в структурах облекания органогенных сооружений нижнего карбона. В ареале распространения органогенных построек имеется немало месторождений, разрез которых в отношении нефтеносности совсем не изучался. Такие месторождения отнесены к категории высокоперспективных, остальные территории ареала — к перспективным, а территории, расположенные вне, — к неперспективным.

Для цитирования: Масагутов Р.Х., Комилов Д.У., Хакимова С.В. Тектоника, перспективы нефтеносности карбонатов алексинского горизонта платформенной части Башкортостана // Геология нефти и газа. – 2022. – № 3. – С. 39–53. DOI: 10.31087/0016-7894-2022-3-39-53.

Carbonates of Aleksinsky Horizons in platform part of Bashkortostan: tectonics, petroleum potential

© 2022 | R.Kh. Masagutov¹, D.U. Komilov², S.V. Khakimova³¹Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia; masagutovr@mail.ru;²State Petroleum Technological University, Ufa, Russia; komilov.12@mail.ru;³LLC SPC "Geostra" (JSC "Bashneftegeofizika"), Ufa, Russia; sveta_h@bngf.ru

Received 17.12.2021

Revised 20.01.2022

Accepted for publication 08.02.2022

Key words: *tectonics; horizon; series; layer; reservoir; organic buildup; oil; potential.*

Abstract: Positive and negative regional structures are identified with the use of paleostructural imaging. Among the negative structures, the Ust-Aisky-Goncharovsky Trough is established, which was running in north-north-eastern direction across the entire platform part of Bashkortostan, and in terms of tectonics, this trough divided the ancient structural plan into two zones — Western and Eastern. During the course of formation, the Western zone had the greatest influence on accumulation and distribution of carbonate and terrigenous reservoirs. Dolomite and magnesium limestone, which reservoirs in C_{1al} carb bed are associated with, owe their origin to the process of calcium ions substitution by magnesium ions in limestone mud minerals being formed in shallow-marine basin; in Middle Aleksinsky time, bottom of the basin was subject to erosion (up to complete disappearance) on a considerable part of platform Bashkortostan. These rocks are observed in

the wells drilled on the South Tatrsky Arch, its eastern and south-eastern slopes, almost all over the territory of the Blagoveschensky Depression and the Birsky Saddle; they are replaced by tight rocks in the Verkhnekamsky, Bymsky-Kungursky, and Salmysky depressions, and also in the Urals Trough. The present-day and ancient tectonic features of the Aleksinsky horizon are different. Reversal of individual block movement in the subsequent stages of geological evolution caused the development of positive forms instead of negative and vice versa. The Aleksinsky Horizon is divided into three sequences; their sections begin with the same-type impermeable limestone used as marker beds. Oil accumulations discovered therein are confined to the structures draping the Upper Devonian organic buildups, and may also be found in the structures draping the Lower Carboniferous organic buildups. There are numerous fields in the area of organic buildup occurrence, the section of which has not been studied at all in terms of oil and gas content. These fields are classified as highly promising, and the remaining territories of the area — promising, and territories outside the area — unpromising.

For citation: Masagutov R.Kh., Komilov D.U., Khakimova S.V. Carbonates of Aleksinsky Horizons in platform part of Bashkortostan: tectonics, petroleum potential. Geologiya nefi i gaza. 2022;(3):39–53. DOI: 10.31087/0016-7894-2022-3-39-53. In Russ.

Введение

Степень использования начальных геологических ресурсов палеозойского разреза Республики Башкортостан составляет не менее 82 %. Основные нефтегазоносные комплексы, терригенные толщи девона и нижнего карбона, в которых заключена большая часть всех извлекаемых запасов республики на гигантских (Арланском Туймазинском), крупных и средних (Шкаповском, Серафимовском, Манчаровском, Югомашевском, Четырманском и др.) месторождениях, находящихся в длительной разработке (в среднем более 65 лет), пребывают на грани полного истощения. На некоторых из них (Арланском, Югомашевском и Четырманском) извлечение нефти из имеющихся залежей в среднекаменноугольных коллекторах сложного строения считалось ранее нерентабельным, но из-за внедрения новых методов повышения нефтеотдачи и увеличения производительности скважин, в последние 10–15 лет стало экономически привлекательным. Месторождения стали активно эксплуатироваться, тем самым снижая темпы падения добычи. Для частичного восполнения сокращающейся ресурсной базы разрабатываемых месторождений в последние годы проводятся сейсморазведка 3D и анализ имеющейся геолого-геофизической информации по интервалам разреза, расположенным между традиционными продуктивными горизонтами, для уточнения контуров известных залежей и выявления пропущенных залежей нефти. На основе таких методов были открыты многочисленные новые залежи, преимущественно в карбонатах верхнего девона на Бураевском, Татышлинском, Югомашевском, Четырманском и других месторождениях. Открыты они и в других горизонтах, в том числе михайловском [1]. В данной статье приведены результаты аналитических исследований слабоизученных аспектов формирования и строения отложений алексинского горизонта нижнего карбона для оценки перспектив нефтеносности в платформенной части Республики Башкортостан.

Результаты изучения палеотектоники и литолого-фациальных обстановок осадконакопления

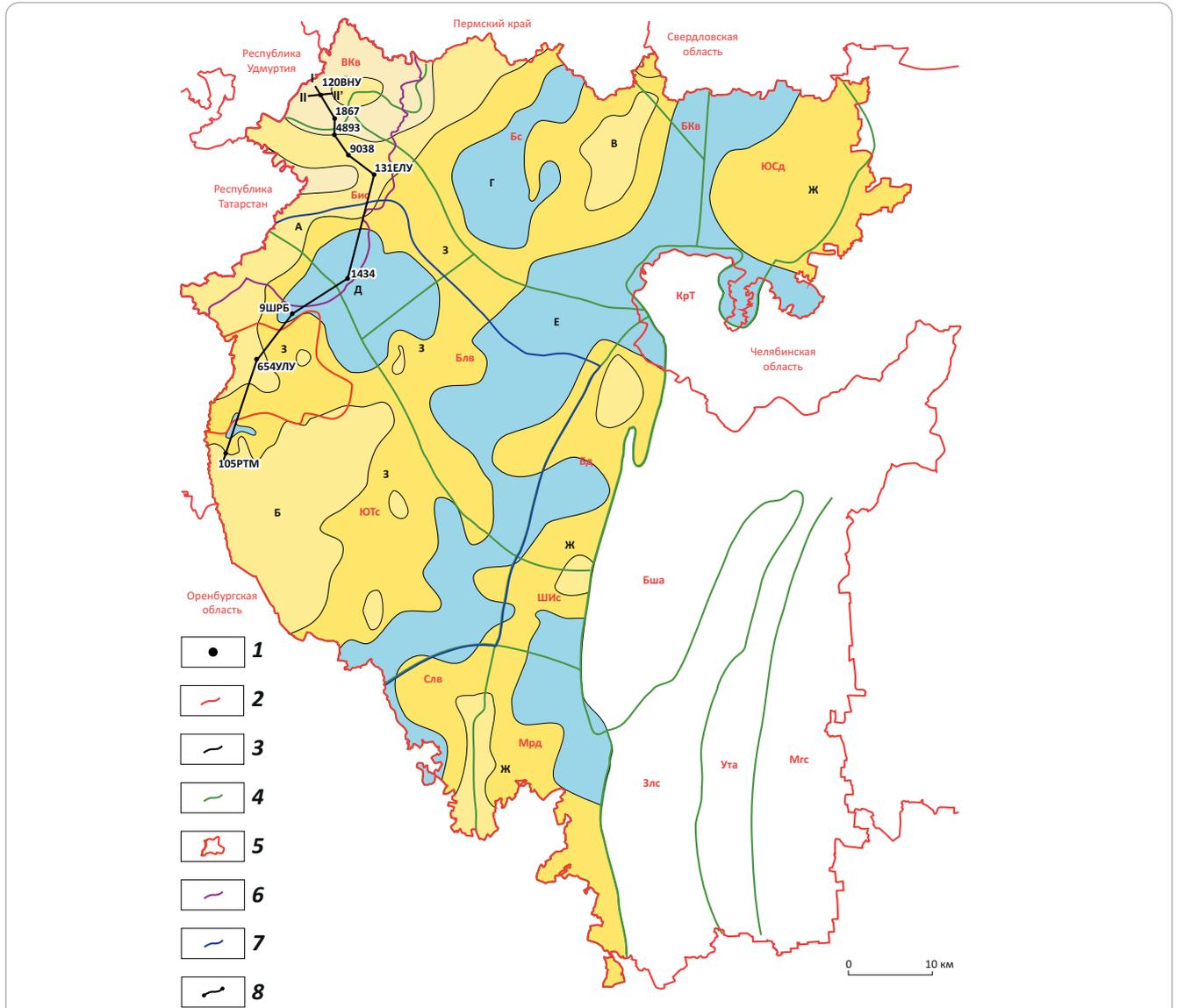
Известно, что одним из важных факторов, влияющих на процесс накопления осадочных отложений, в том числе коллекторов, является тектонический. Для реконструкции региональной

палеотектонической обстановки, существовавшей на алексинском этапе геологического развития, авторы статьи сначала построили карту изопахит соответствующих отложений, которая затем была трансформирована в схематическую карту палеотектонического районирования (рис. 1). Также была составлена карта современного тектонического районирования по условной кровле алексинского горизонта. На обе карты нанесены контуры структур I порядка (сводов, впадин, депрессий, седловин, краевого прогиба, тектонического комплекса и др.) палеозойского структурного этажа, изображенных на карте Волго-Уральской антеклизы, составленной в 1979 г. и не потерявшей актуальности до настоящего времени [2]. Из анализа карты палеотектонического районирования следует, что структурный план в алексинское время разделялся древним Усть-Айско-Гончаровским прогибом на две неравные по площади зоны — Западную и Восточную. В зонах были выделены подзоны с положительными и отрицательными структурными формами залегания пород различной размерности (см. рис. 1). Усть-Айско-Гончаровский прогиб протяженностью более 380 км пересекает всю территорию Республики Башкортостан в северо-северо-восточном направлении. В нем накапливались породы алексинского горизонта, имевшие наибольшую толщину на всей территории Республики.

В *Западной зоне* к подзонам с положительными формами залегания относятся Арлаво-Бураевская и Казанчинская, с некоторыми изменениями конфигурации и площади унаследованные от одноименных приподнятых участков, представлявших в позднедевонское время мысы палеодельтовой равнины на северо-западе платформенной части Башкортостана [3], к ним относится также Абдуловско-Демская подзона. К подзонам с отрицательными формами относятся Татышлинско-Бирская и Манчарово-Ахтинская. Татышлинско-Бирская соотносится в плане с понижением, разделявшим вышеотмеченные мысы.

Арлаво-Бураевская подзона, вероятно, представляла фрагмент северо-северо-восточного крыла крупного положительного структурного элемента, расширяющегося в северном направлении и раскрывающегося в сторону Пермского края и смежные территории республик Удмуртия и Татар-

Рис. 1. Схематическая карта палеотектонического районирования алексинского горизонта Республики Башкортостан
Fig. 1. Schematic map of paleotectonic zoning of the Aleksinsky Horizon, the Republic of Bashkortostan



1 — скважина; **2** — границы Республики Башкортостан и субъектов Российской Федерации; **3** — изопакиты алексинского горизонта, сечение 5 м; **4** — границы тектонических регионов; **5** — Юбилейно-Туймазинский участок; **контур зоны развития (6, 7): 6** — терригенных отложений алексинского горизонта, **7** — карбонатного пласта C_{1al} carb; **8** — линия палеопроектировок и корреляционных схем.

Подзоны положительных структурных форм Западной зоны: А — Арпано-Бураевская, Б — Абдулинско-Демская, В — Казанчинская; подзоны отрицательных структурных форм Западной зоны: Г — Татышпинско-Бирская, Д — Манчарово-Ахтинская, Е — Усть-Айско-Гончаровская, Ж — Восточная зона, З — общее террасовидное залегание (ОТС) алексинских отложений; современные тектонические регионы: Бд — Бельская депрессия, Бс — Башкирский свод, Блв — Благовещенская впадина, Бис — Бирская седловина, Бша — Башкирский антиклинорий, Бкв — Бымско-Кунгурская впадина, Вкв — Верхне-Камская впадина, Злс — Зилаирский синклиний, КрТ — Каратауский структурный комплекс, Мрд — Мраковская депрессия, Мгс — Магнитогорский синклиний, Слв — Салмышская впадина, Ута — антиклинорий Урал-Тау, Шис — Шихано-Ишимбайская седловина, Юсд — Юрюзано-Сылвенская депрессия, Ютс — Южно-Татарский свод

1 — well; **2** — boundaries of the Republic of Bashkortostan and the Russian Federation entities; **3** — Aleksinsky Horizon isopachs, contour interval 5 m; **4** — boundaries of tectonic regions; **5** — Yubileiny-Tuimazinsky area; **outline of the zone of occurrence (6, 7): 6** — terrigenous deposits of the Aleksinsky Horizon, **7** — carbonate reservoir C_{1al} carb; **8** — line of paleosections and correlation charts.

Subzones of positive structural forms in the Western zone: А — Arpano-Buraevsky, Б — Abdulinsko-Demsky, В — Kazanchinsky; subzones of positive structural forms in the Western zone: Г — Tatyshpinski-Birsky, Д — Mancharovo-Akhtinsky, Е — Ust-Aisko-Goncharovsky, Ж — Eastern zone, З — general terrace-like occurrence of the Aleksinsky deposits; present-day tectonic regions: Бд — Belsky depression, Бс — Bashkirsky arch, Блв — Blagoveschensky depression, Бис — Birsky saddle, Бша — Bashkirsky anticlinorium, Бкв — Bymsko-Kungursky depression, Вкв — Upper Kamsky depression, Злс — Zalairsky synclinorium, КрТ — Karatausky structural series, Мрд — Mrakovsky depression, Мгс — Magnitogorsky synclinorium, Слв — Salmyshsky depression, Ута — Ural-Tau anticlinorium, Шис — Shikhano-Ishimbaisky saddle, Юсд — Yuryuzano-Sylvensky depression, Ютс — South Tatarsky arch

стан. Выявленная длина подзоны составила 260 км, ширина на севере — около 77 км, на юге — 26 км.

Абдуловско-Демская подзона на территории Республики Башкортостан располагалась на западном и юго-восточном склонах Южно-Татарского свода, к югу от Арлано-Бураевской подзоны и открывалась на территорию Оренбургской области. На территории платформенной части Башкортостана она имела в плане форму, близкую к треугольной, площадью около 770 км² и отделялась от Арлано-Бураевской подзоны короткой ложбиной субширотного простирания, которая выполаживалась в восточном направлении. С юго-восточной стороны от нее наблюдалось широкое и постепенное общее погружение к Усть-Айско-Гончаровскому прогибу.

Казанчинская подзона имела субмеридиональную ориентацию. Ее площадь не превышала 4620 км².

Татышлинско-Бирская подзона отделяла северный участок Арлано-Бураевской подзоны от Казанчинской. В плане она представляла собой малоамплитудную впадину с площадью около 2930 км², вытянутую с юго-запада на северо-восток.

Манчарово-Ахтинская подзона представляла прогиб (мульду), располагавшийся к востоку от южной половины Арлано-Бураевской подзоны и к северу от Абдуловско-Демской подзоны, имела округлые очертания и площадь 4720 км². С северо-востока, юго-запада и юго-востока она опоясывалась общим террасовидным залеганием алексинских отложений, отделяющим ее от южного окончания Арлано-Бураевской подзоны, а также от Абдуловско-Демской и Татышлинско-Бирской подзон и Усть-Айско-Гончаровского прогиба.

Восточная зона располагалась преимущественно на месте Предуральского краевого прогиба. Представляла собой чередование четырех положительных и трех отрицательных участков структурных форм. Последние являлись ответвлениями от Усть-Айско-Гончаровского прогиба платформы в Предуральский краевой прогиб. Лишь одна из положительных форм на юге краевого прогиба выходила за пределы Мраковской депрессии, охватывая прилегающую к ней часть Салмышской впадины.

Все приведенные палеотектонические элементы имели малые амплитуды, которые не превышали 20–25 м. Общее погружение тектонического плана алексинских отложений происходило в восточном и юго-восточном направлениях от северной части Арлано-Бураевской подзоны. Амплитуда погружения была незначительная и составляла 10–20 м. Поэтому любые движения в бассейне осадконакопления могли приводить к изменениям состава образующихся пород.

В статьях [4, 5] дана подробная литологическая характеристика трех толщ алексинского горизонта, в основании которых выделены обладающие свойствами флюидоупоров литолого-геофизиче-

ские реперы (алексинский, среднеалексинский и верхнеалексинский), рассмотрены пласты-коллекторы C_{1al} carb карбонатного и C_{1al} (C_0) терригенного составов. Также отмечается, что в отличие от алексинского и верхнеалексинского реперов, которые имеют повсеместное распространение, среднеалексинский репер полностью отсутствует на площади 3383 км² несколько южнее центральной части Арлано-Бураевской подзоны, на Саннинско-Туймазинском участке, охватывающем Юбилейное, Ардатовское, Туймазинское, Михайловское, Копей-Кубовское и Саннинское нефтяные месторождения. На территориях, примыкающих к Саннинско-Туймазинскому участку, толщина пласта сокращается, причем более или менее равномерно по направлению к нему.

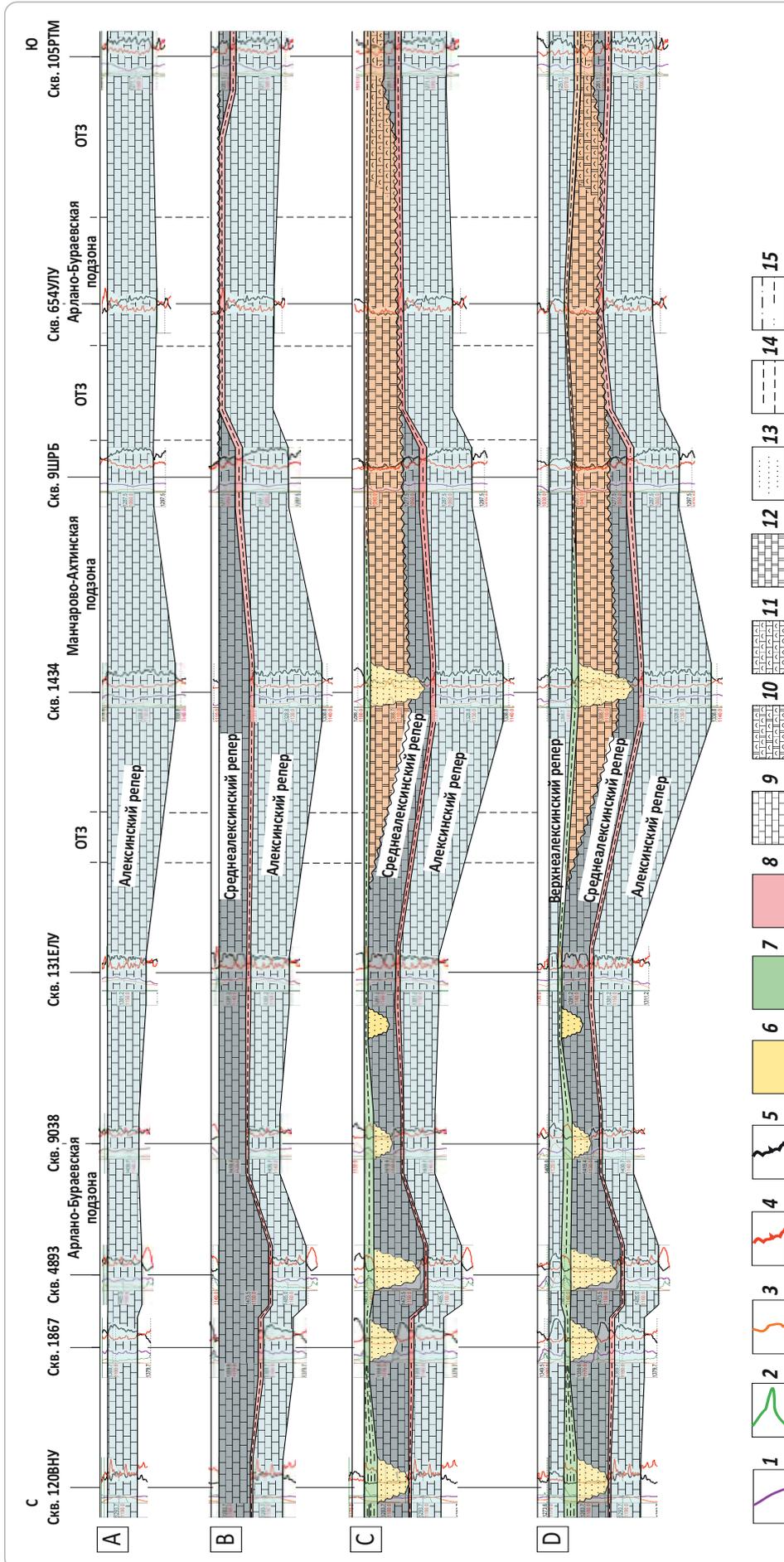
Для выяснения причин полного и частичного отсутствия среднеалексинского репера и связанных с этим особенностей образования пласта C_{1al} carb, а также выяснения условий формирования пласта C_{1al} (C_0) были построены палеотектонические профили по линии скважин Вениаминовская-120, Арланские-1867, 4893 и 9083, Еланьская-131, Манчаровская-1434, Шаранбашская-9, Улкановская-654 и Рятамакская-105, пересекающие в субмеридиональном направлении Арлано-Бураевскую и Манчаровско-Ахтинскую подзоны и Саннинско-Туймазинский участок до севера Абдулинско-Демской подзоны (рис. 2).

К концу накопления карбонатов алексинского репера его подошва была слабо и неравномерно наклонена в южном направлении, от севера Арлано-Бураевской подзоны к Абдулинско-Демской (см. рис. 2 А). Этот общий наклон между скважинами Еланьская-131 и Шаранбашевская-9 был осложнен отрицательным перегибом с наибольшей толщиной накопившихся осадков в районе скв. Манчаровская-1434, который был выражен и в вышележащих отложениях алексинского горизонта (см. рис. 2 В–Д). К концу накопления среднеалексинского репера начал формироваться прогиб и по кровле алексинского репера, причем южное крыло развивалось в более пологом залегании, а северное лишь наметилось (см. рис. 2 В). К югу от него, в районе скв. Улкановская-654 (Саннинско-Туймазинский участок), происходило воздымание алексинского репера с выходом на поверхность перекрывающих их карбонатно-терригенных пород, следствием чего явилось отсутствие среднеалексинского репера. На севере профиля, в районе скважин Вениаминовская-120, Арланские-1867, 4893, 9083, зафиксировано прогибание нижележащих отложений с образованием узкого прогнутого участка. Наиболее существенные изменения в плане формирования карбонатных и песчаных коллекторов происходили до периода накопления аргиллитов над среднеалексинским репером (см. рис. 2 С). Район скв. Вениаминовская-131, судя по соответствующему профилю, стал воздыматься, и отрицательный перегиб, возникший на предыдущей стадии в районе



Рис. 2. Палеотектонические профили на раннеалексинского времени (А), к началу среднеалексинского времени (В), к концу среднеалексинского времени (С), на позднеалексинское время (D)

Fig. 2. Paleotectonic sections for Early Aleksinsky time (A), by the early Middle Aleksinsky time (B), by the end of Middle Aleksinsky time (C), for Late Aleksinsky time (D)



Кривая ГИС (1-5): 1 — ПС, 2 — ДС, 3 — ПЗ, 4 — ГК, 5 — НГК; **Фации (6-8):** 6 — русла, 7 — поймы, 8 — терригенно-карбонатных пород; **Литоология (9-15):** 9 — известняк шламово-детритовый, 10 — известняк доломитизированный органогенно-детритовый, 11 — известняк органогенно-детритовый, 12 — известняк реликтово-органогенный, 13 — песчаник, 14 — аргиллит, 15 — алевролит.

Линию палеотектонического профиля I-I в плане см. на рис. 1

Well logs (1-5): 1 — SP, 2 — hole diameter, 3 — normal resistivity device, 4 — GR, 5 — NGL; **facies (6-8):** 6 — channel, 7 — flood plain, 8 — terrigenous-carbonate rocks; **lithology (9-15):** 9 — sediment-detritic limestone, 10 — detritic-organic magnesium limestone, 11 — detritic-organic limestone, 12 — relic-organic dolomite, 13 — sandstone, 14 — claystone, 15 — siltstone

For position of paleotectonic section along Line I-I see Fig. 1

скв. Арланская-4893, приобрел более отчетливую форму по алексинскому реперу. Одновременно с воздыманием происходила эрозия среднеалексинского репера на его южном погружении вплоть до окрестностей скв. Шаранбашевская-9. Размытый участок, совместно с районами скважин Улкановская-654 и Рятамакская-105, заполнялся органично-детритовыми известняками. Последние, по мнению авторов статьи, на раннедиагенетической стадии преобразовались в обладающие фильтрационно-емкостными свойствами доломиты и доломиты известковистые [4] при частичной замене ионов кальция ионами магния в водной среде, что не противоречит ранее опубликованным результатам многих советских, российских и зарубежных исследователей. Новые данные, полученные А.П. Вилесовым с соавторами в 2014 г., подтверждают такой механизм доломитизации на примере бийско-афонинской карбонатной толщи девона Оренбургской области [6]. По мнению Е.А. Гладкова, в нефтяных залежах, независимо от привнесенного магния, процесс доломитизации известняков происходит с преобразованием как структуры, так и объема пустотного пространства с изменением фильтрационно-емкостных свойств [7]. В связи с этим предполагается, что параметры коллекторов, приведенные в статье [4], могли измениться в результате поздней доломитизации.

Кроме вышеупомянутой латеральной эрозии к северу от скв. Шаранбашевская-9 наблюдается серия узких эрозионных врезов, затронувших разрез алексинских отложений от подошвы аргиллитов вниз на разную глубину. Они выполнены песчаным материалом, образующим пласт C_{1al} (C_0). Залегание пласта в эрозионных врезках было отмечено П.Ф. Викторовым и Ю.С. Кувыкиным при изучении условий формирования нефтеносной ловушки на Арланском месторождении по данным эксплуатационного бурения [8]. Это положение подтверждается составленной авторами схемой сопоставления разрезов алексинских отложений по линии скважин Буйская-84456, Касевская-99, Вениаминовские-120, 86546, 123 (рис. 3). Впервые эрозионные врезки (палеорула) на территории Башкортостана, по данным сейсморазведки МОГТ-2D, при опоре на скважинные данные были установлены в 1980-х гг. [9]. Более надежно они выделяются по материалам сейсморазведки 3D при применении методик анализа вертикальных разрезов куба сейсмических данных и атрибутов, а также выровненных на тульский отражающий горизонт (ОГ) седиментационных слайсов, выполненных по временному кубу [10].

На вертикальных разрезах куба сейсмических данных, при пересечениях с палеорулами, появляются узкие воронкообразные яркие экстремумы выше отражающей поверхности алексинского горизонта. Природа их происхождения объясняется отражением волн от контактов высокопористых песчаных отложений с менее пористыми карбонатными. Одновременно в проекциях экстремумов

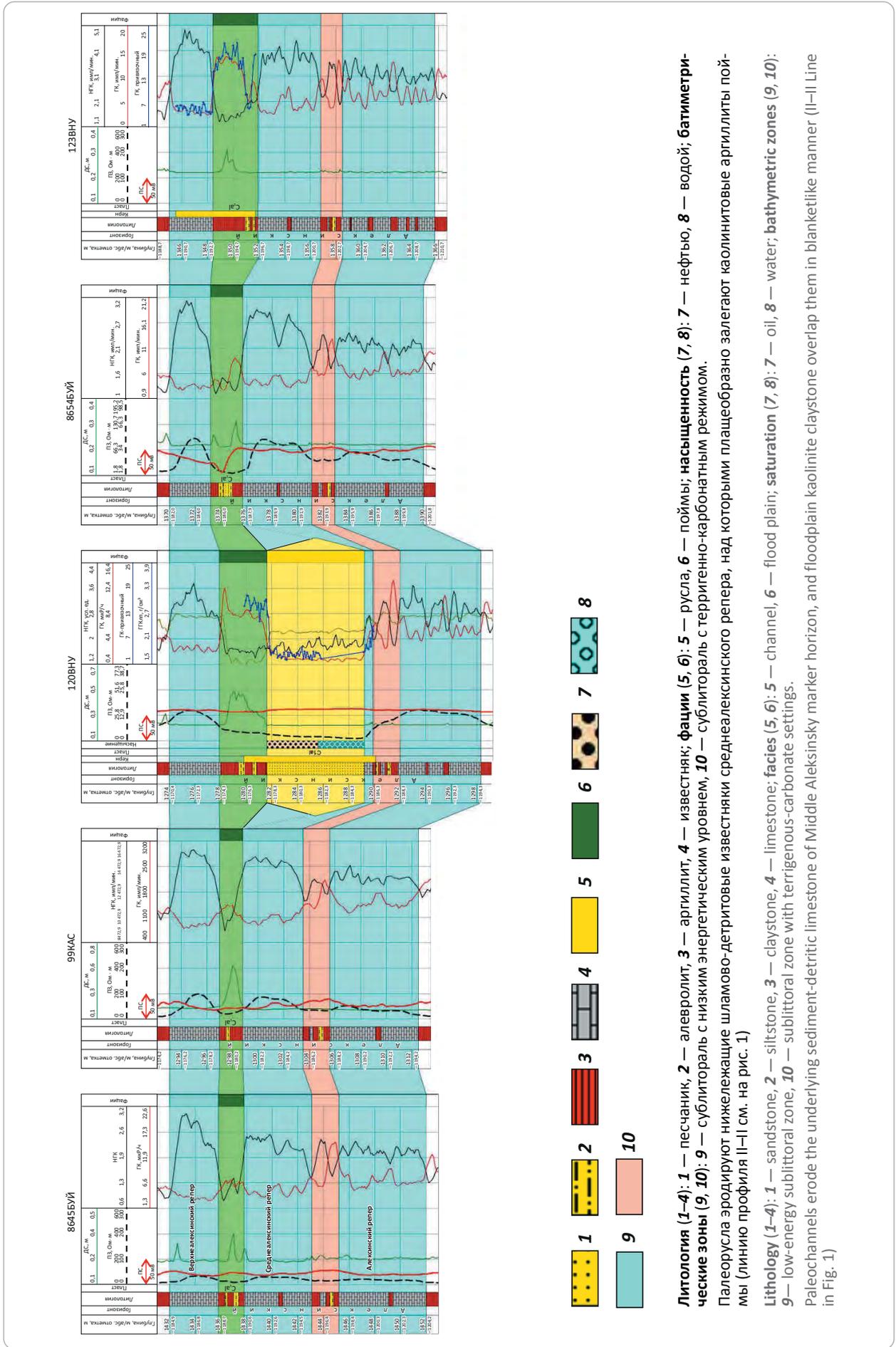
ниже возникает и нежелательный эффект, проявляющийся в искажении всех ОГ, начиная от алексинских до турнейских и ниже, создании ложных отрицательных перегибов. На седиментационных слайдах извлеченных амплитуд и импедансов более точно визуализируются контуры и конфигурации русел. При расширении палеорула узкие яркие экстремумы превращаются в дополнительные оси синфазности с увеличением амплитуды и частоты отражений (рис. 4). На участке развития песчаных врезов аргиллиты малой толщины имеют преимущественно каолинистый состав, свойственный образованиям, сформированным в континентальных условиях. Исходя из изложенного, авторы статьи считают, что возникновение и развитие врезов происходило при выходе этой территории на земную поверхность.

По следующей поверхности выравнивания, за которую принята кровля верхнего алексинского репера (см. рис. 2 D), изменение залегания пород произошло в основном между скважинами Шаранбашевская-9 и Рятамакская-105, где доломиты и подстилающие их отложения в процессе подъема приобрели антиклинальный перегиб, который был утрачен ранее (см. рис. 2 C). Однако этот перегиб залегает гипсометрически ниже перегиба района скв. Еланьская-131.

Поле развития эрозионных врезов и каолинистых аргиллитов, сформировавшихся в континентальной обстановке осадконакопления на севере Арлаво-Бураевской зоны, показано на построенной авторами статьи карте литолого-фациального районирования алексинских отложений Башкортостана (рис. 5). На восток и юго-восток от него располагались карбонатные литофациальные зоны пологого мелководного шельфа, который ограничивался краевой частью, переходящей далее в зону развития глубоководных глинисто-карбонатных отложений. Обоснование выделения краевой части мелководного михайловского шельфа, данное в [8], применимо и для подтверждения соответствующей обстановки для алексинской эпохи, так как они были однотипными как минимум на протяжении всего визейского века на востоке платформенной части Башкортостана. Накопление пород алексинского горизонта во внутренней области окаймленного шельфа происходило в условиях трансгрессии моря на запад от бровки шельфа. В этом режиме в обстановке сублиторали с низким энергетическим уровнем шло формирование известняков шламово-детритовых, плотных, с тонкими органическими прослоями по всему разрезу нижней толщи, за исключением ее кровли, где в условиях начавшейся кратковременной регрессии накапливались алевроглинистые породы, чередующиеся с тонкослоистыми известняками пелитоморфными и доломитами тонко- и микрокристаллическими. Последующая трансгрессия вновь привела к образованию известняков в основании средней толщи, подобных известнякам нижней. Однако после неравномерного



Рис. 3. Корреляционная схема по линии скважин 8645БУЙ – 99КАС – 120ВНУ – 123ВНУ Арланского месторождения
Fig. 3. Correlation chart along 8645БУЙ – 99КАС – 120ВНУ – 123ВНУ wells, the Arlan field



Литолия (1-4): 1 — песчаник, 2 — алевролит, 3 — аргиллит, 4 — известняк; **фации (5, 6):** 5 — русла, 6 — поймы; **насыщенность (7, 8):** 7 — нефтью, 8 — водой; **батиметрические зоны (9, 10):** 9 — сублитораль с низким энергетическим уровнем, 10 — сублитораль с терригенно-карбонатным режимом.

Палеоруслу эродируют нижележащие шламисто-детритовые известняки среднеалександровского репера, над которыми плащеобразно залегают каолиновые аргиллиты поймы (линию профиля II-II см. на рис. 1)

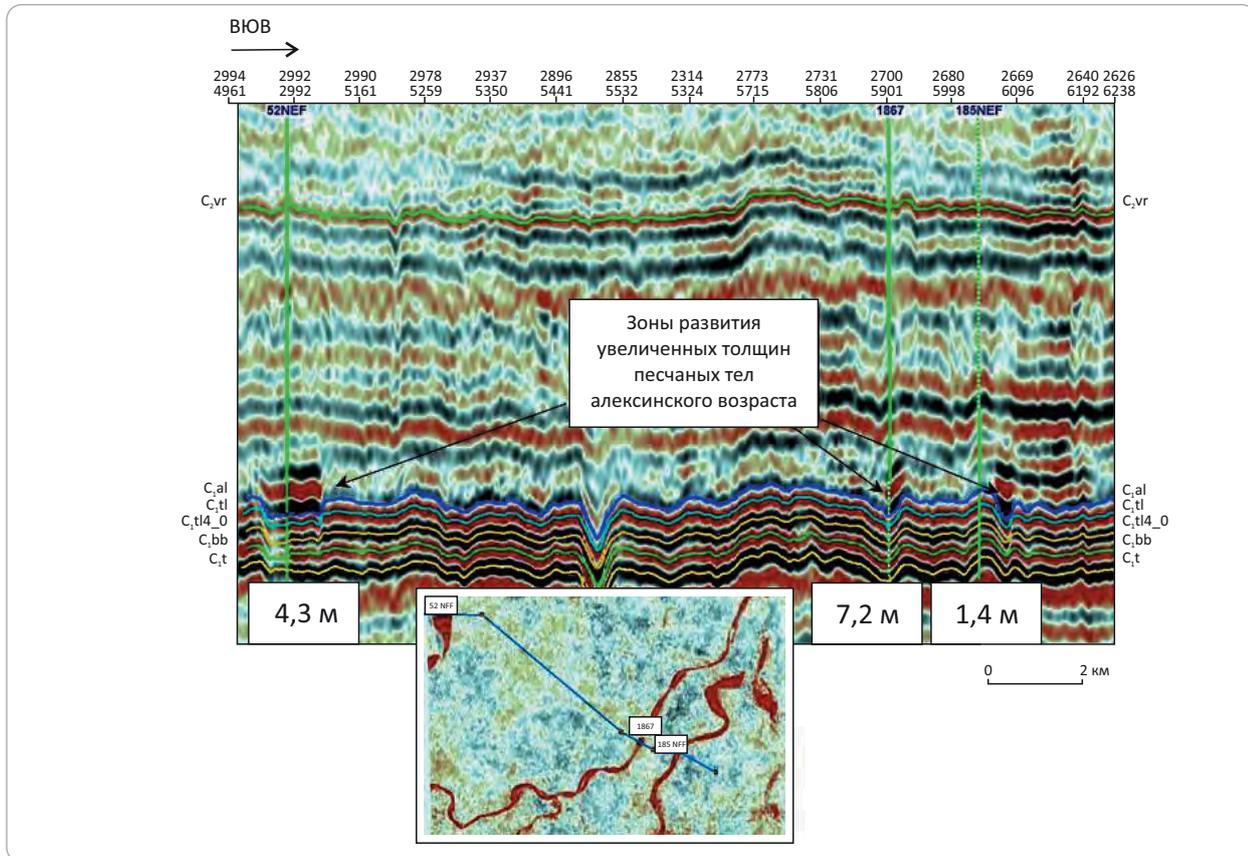
Lithology (1-4): 1 — sandstone, 2 — siltstone, 3 — claystone, 4 — limestone; **facies (5, 6):** 5 — channel, 6 — flood plain; **saturation (7, 8):** 7 — oil, 8 — water; **bathymetric zones (9, 10):** 9 — low-energy sublittoral zone, 10 — sublittoral zone with terrigenous-carbonate settings.

Paleochannels erode the underlying sediment-detritic limestone of Middle Aleksandrovsky marker horizon, and floodplain kaolinite claystone overlap them in blanketlike manner (II-II Line in Fig. 1)



Рис. 4. Отображение рукавообразных отложений алексинского возраста на вертикальном сечении куба сейсмических данных и на седиментационном слайсе по временному кубу на участке МОГТ-3D (отчет ООО «Геостра», Уфа, 2018)

Fig. 4. Imaging of the Aleksinsky channel-shaped deposits in vertical section of seismic cube and in sedimentary slice from seismic time cube in 3D CDP survey area (ООО Geostrа report, Ufa, 2018)



подъема дна моря они были полностью смыты на Саннинско-Гуймазинском участке и частично к северу от него — в центральной части Арлано-Бураевской подзоны, к югу — в Абдулинско-Демской подзоне и к юго-востоку от всех них до восточной зоны. Размыв был скомпенсирован накоплением органично-детритовых известняков в сублиторальной обстановке с высоким энергическим уровнем, которые, как было отмечено, преобразовались в доломиты и доломитизированные известняки. За пределами этой территории продолжалось накопление известняков, которое не сопровождалось доломитизацией. Перед завершением формирования пород средней толщи, которое закончилось отложением аргиллитов, северная часть Арлано-Бураевской подзоны была выведена на дневную поверхность. В возникшей континентальной обстановке были образованы речные русла и сопутствующие им пойменные тела песчано-алевроглинистого состава различных размеров и форм. Упомянутые аргиллиты приморской суши имели преимущественно каолиновый состав, а за ее пределами — иллитовый, что лишней раз подчеркивает существование в конце среднеалексинского времени разных палеогеографических обстановок — континентальной и прибрежно-мелководной. Континентальная обстановка просуществовала непродолжительное время. Быстрый подъем уровня моря на всей рассматриваемой территории вновь привел к затоплению

суши и накоплению шламово-доломитовых известняков третьей толщи, аналогичных известнякам нижней и средней толщ. Вновь возобновившаяся регрессия привела к образованию над ними зернистых карбонатных осадков в обстановке с более высокой гидродинамической активностью, аналогично органично-детритовым известнякам средней толщи.

Итоги преобразования палеотектонических форм I порядка в современные

Изучение изменений, которые претерпела палеотектоника в процессе дальнейшего геологического развития, было проведено по построенной на основе данных бурения тектонической карте по кровле верхнеалексинского репера, на которую, как и на карту палеотектоники, также были нанесены общепризнанные границы тектонических регионов палеозойских пород платформенной части Башкортостана (рис. 6). Они, за исключением одного, вполне отражают положение соответствующих крупных элементов тектоники алексинских отложений. Исключение состоит в отсутствии Бымско-Кунгурской впадины, на месте которой на вновь построенной карте располагается северо-восточный склон Башкирского свода. При сравнении карты палеотектонического плана с современным можно увидеть, что вместо наиболее приподнятого залегания алексинских отложений на севере Арлано-Бураевской

Усл. обозначения к рис. 5, окончание
Legend for Fig. 5, end.

банковая, II — Сакмаро-Икская банковая-рифовая (IIa — фитодетритовая градация, IIб — Беркутовская градация (по Щекотовой И.А., 1984)), 14 — развития глубоководных глинисто-карбонатных отложений; **палеогеографические обстановки (15–18):** 15 — континентальные условия, 16 — мелководный карбонатный шельф, 17 — краевая часть мелководного шельфа, 18 — глубоководный морской бассейн; **характерные виды фауны и флоры (19–31):** 19 — фораминиферы, 20 — спикулы губок, 21 — водоросли, 22 — гастроподы, 23 — криноидеи, 24 — остракоды, 25 — брахиоподы, 26 — мшанки, 27 — строматолиты, 28 — кораллы, 29 — органический детрит, 30 — форменные остатки наземной флоры, 31 — растительный детрит.

Остальные усл. обозначения и названия тектонических регионов см. на рис. 1

1 — cored well; **boundaries (2, 3):** 2 — lithofacies zones, 3 — entities; 4 — isopach, m; 5 — supposed boundaries of lithofacies zones; 6 — direction of sedimentary material transportation; **lithofacies zones (7–14):** 7 — paleochannels identified using: a — 3D CDP data and DD, б — DD, в — supposed; 8 — floodplain sands, 9 — claystone of floodplain facies, 10 — occurrence of sediment-detritic, organic, and detritic-organic limestone with dolomite partings (low- and high-energy sublittoral zone), 11 — occurrence of sediment-detritic and organic limestone (low-energy sublittoral zone), 12 — occurrence of Zlokazovsky algal reefs (according to Nalivkin V.D., 1949), 13 — occurrence of reef formations: I — Usuilonsky bank, II — Sakmaro-Iksky bank-reef (IIa — phytodetritic gradation, IIб — Berkutovsky gradation (according to Schekotova I.A., 1984)), 14 — occurrence of deepwater carbonate argillaceous deposits; **paleogeography environments (15–18):** 15 — continental, 16 — shallow-water carbonate shelf, 17 — marginal part of shallow-water shelf, 18 — deep-water marine basin; **representative fauna and flora species (19–31):** 19 — foraminifera, 20 — sponge spicules, 21 — algae, 22 — gastropods, 23 — crinoids, 24 — ostracodes, 25 — brachiopods, 26 — bryozoans, 27 — stromatolites, 28 — corals, 29 — organic detritus, 30 — shaped remains of terrestrial/ground flora, 31 — plant detritus.

For other Legend items and names of tectonic regions see Fig. 1

подзоны образовалось замыкание Верхне-Камской впадины, переходящее южнее в Бирскую седловину, в которую почти целиком вошла Манчаровско-Ахтинская подзона (см. рис. 4). К югу от седловины район Саннинско-Туймазинского участка Арлано-Бураевской подзоны преобразовался в восточную присводовую часть Южно-Татарского свода, от которой наблюдаются погружения в восточном и юго-восточном направлениях в виде протяженных склонов. В юго-восточное погружение были вовлечены территории Абдулинско-Демской подзоны и юго-запада Усть-Айско-Гончаровского прогиба. Они совместно с небольшой юго-восточной частью Манчаровско-Ахтинской мульды и обрамляющей ее террасой превратились в единую обширную Благовещенскую впадину.

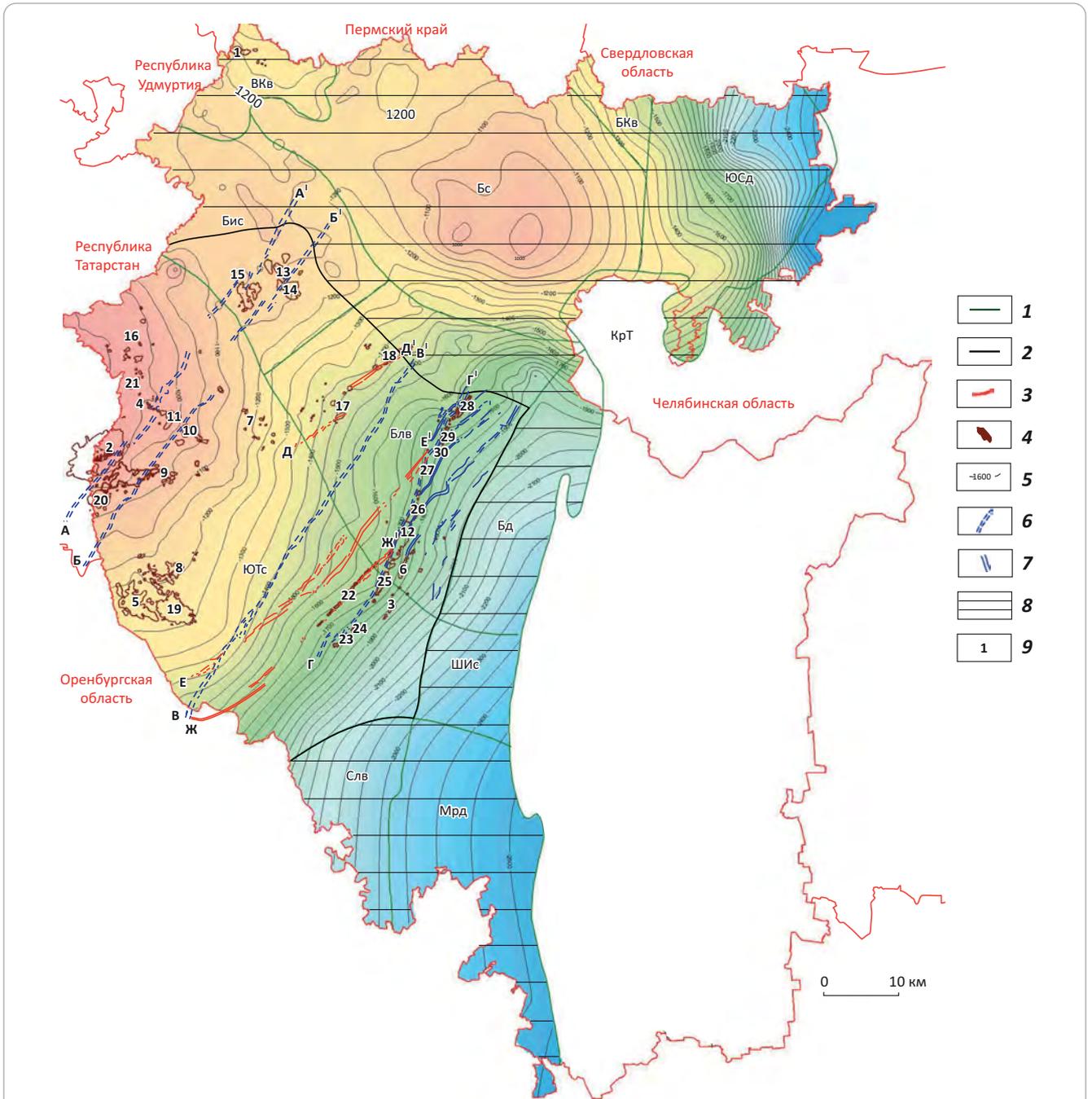
Восточные части юго-восточного склона Южно-Татарского свода и Благовещенской впадины были интенсивно затронуты линейными дизъюнктивными нарушениями западнее осевой зоны рифта в теле архей-раннепротерозойского кристаллического фундамента, предполагаемого Е.В. Лозиным [11]. С юго-восточного склона Южно-Татарского свода через Благовещенскую впадину в северо-восточном направлении до южного обрамления Каратауского тектонического комплекса трассируется Тавтиманово-Уршакский девонский грабенообразный прогиб, а западнее него — Сергеевско-Демский, который прослеживается дальше и еще северо-восточнее, между Башкирским сводом и Юрюзано-Сылвенской депрессией Предуральского краевого прогиба (см. рис. 6). Они образовались в раннетиманское время, когда в результате действия тангенциальных усилий, возникших на юго-востоке Восточно-Европейской платформы, образовался узкий раскол в теле фундамента и перекрывающих его осадочных породах от рифея — венда до кровли терригенного девона. Начиная с терригенных девонских отложений амплитуда погружения осевой

зоны грабена выше по разрезу, включая нижнепермские отложения, по данным бурения, становилась меньше, но все же по плотной сети структурных скважин по маркирующим горизонтам артинского и кунгурского ярусов они прослеживались довольно уверенно. Положение грабенов выявляется и по материалам дешифрирования аэрокосмосъемок [13, 14] и данных аэромагнитных исследований. Приведенные данные дают основание предположить, что в палеозойский и неотектонический этапы развития девонские грабены подвергались неоднократной активизации.

Между упомянутыми раздвиговыми структурами на склоне Южно-Татарского свода и Благовещенской впадины имеются также линейно ориентированные в северо-восточном направлении с другим азимутом цепочки горстовидных структур сжатия, а также северо-восточное завершение Большекинельского разлома, основная часть которого с сопряженными с ним нефтяными месторождениями расположена в Оренбургской области. Непосредственно к востоку от Тавтиманово-Уршакского грабенообразного прогиба закартированы постседиментационные прогибы с направлением, близким к простирацию горстовидных зон, окончательно сформировавшихся под влиянием растягивающих напряжений на пермском этапе геологического развития. Аналогичные разрывные и другие нарушения имеются и в других тектонических регионах. Они контролировали многие месторождения платформенной части Башкортостана.

Казанчинская и Татышлинско-Бирская подзоны в современном тектоническом плане алексинского горизонта соответствуют Башкирскому своду и его склонам. Восточная зона на всем протяжении, за исключением юго-западной небольшой части, где обособилась Салмышская впадина, преобразовалась в Предуральский краевой прогиб.

Рис. 6. Современная карта тектонического районирования по кровле алексинского горизонта Республики Башкортостан
Fig. 6. Present-day map of tectonic zoning map over the Aleksinsky Horizon, the Republic of Bashkortostan



Границы (1–3): 1 — тектонических регионов, 2 — зоны распространения карбонатных коллекторов алексинского горизонта, 3 — зон горстовидных поднятий; 4 — залежи нефти в пласте $C_{1a} carb$; 5 — изогипсы, м; **положение границ (6, 7):** 6 — конседиментационных грабенообразных прогибов, 7 — постседиментационных грабенообразных прогибов; 8 — малоперспективная территория; 9 — сводный контур месторождений (высокоперспективные территории): 1 — Воядинское, 2 — Туймазинское, 3 — Толбазинское, 4 — Ардатовское, 5 — Знаменское, 6 — Ибраевское, 7 — Саннинское, 8 — Белебеевское, 9 — Серафимовское, 10 — Копей-Кубовское, 11 — Михайловское, 12 — Уршакское, 13 — Таймурзинское, 14 — Сайтовское, 15 — Манчаровское, 16 — Мустафинское, 17 — Ново-Узбашевское, 18 — Волковское, 19 — Шаповское, 20 — Стахановское, 21 — Юбилейное, 22 — Черниговское, 23 — Янгурчинское, 24 — Уразметовское, 25 — Добровольское, 26 — Бузовьязовское, 27 — Бекетовское, 28 — Алаторское, 29 — Блохинское, 30 — Сихонькинское.

Конседиментационные грабенообразные прогибы: А–А' — Шарано-Туймазинский; Б–Б' — Серафимовско-Чекмагушевский; В–В' — Сергеевско-Демский; Г–Г' — Тавтиманово-Уршакский; горстовидные поднятия: Д–Д' — Волковско-Гуровский; Е–Е' — Аскароро-Бекетовский; Ж–Ж' — Ново-Николаевско-Черниговская.

Остальные усл. обозначения и названия тектонических регионов см. на рис. 1

Усл. обозначения к рис. 6, окончание

Legend for Fig. 6, end.

Boundaries (1–3): 1 — tectonic regions, 2 — zone of Aleksinsky carbonate reservoir occurrence, 3 — zones of horst-shaped uplifts; 4 — oil accumulations in C_{1al} carb bed; 5 — structural contour, m; **border position (6, 7):** 6 — syn-depositional graben-like trough, 7 — post-depositional graben-like trough; 8 — territory of little promise; 9 — combined field outline (highly promising territories): 1 — Voyadinsky, 2 — Tuimazinsky, 3 — Tolbazinsky, 4 — Ardatovsky, 5 — Znamensky, 6 — Ibraevsky, 7 — Sanninsky, 8 — Belebeevsky, 9 — Serafimovsky, 10 — Kopei-Kubovsky, 11 — Mikhailovsky, 12 — Urshaksky, 13 — Taymurzinsky, 14 — Saitovsky, 15 — Mancharovsky, 16 — Mustafinsky, 17 — Novo-Uzbashevsky, 18 — Volkovsky, 19 — Shkapovsky, 20 — Stakhanovsky, 21 — Yubileiny, 22 — Chernigovsky, 23 — Yangurchinsky, 24 — Urazmetovsky, 25 — Dobrovolsky, 26 — Buzovyzovsky, 27 — Beketovsky, 28 — Alatorsky, 29 — Blokhinsky, 30 — Sikhonkinsky.

Syn-depositional graben-like troughs: A–A' — Sharano-Tuymazinsky; Б–Б' — Serafimovsko-Chekmagushevsky; В–В' — Sergeevsko-Demsky; Г–Г' — Tavtimanovo-Urshaksky; horst-shaped uplifts: Д–Д' — Volkovsko-Gurovsky; Е–Е' — Askarovo-Beketovsky; Ж–Ж' — Novo-Nikolaevsko-Chernigovskaya.

For other Legend items and names of tectonic regions see Fig. 1

Унаследованные структурные формы II и III порядков и их роль в оценке перспектив нефтеносности алексинских отложений в сочетании с полем распространения карбонатного пласта C_{1al} carb

Несмотря на кардинальную перестройку, произошедшую в заключительную фазу герцинского тектонеза, в современном структурно-тектоническом плане алексинских и других отложений, расположенных выше среднефаменских отложений, кроме тектонических нарушений нашли свое выражение валы и отдельные структуры, унаследованные от верхнефранско-среднефаменских шельфовых биогермов (рис. 7) и сопряженных с ними заволжско-турнейских бортовых органогенных построек внутриформационной Камско-Кинельской системы некомпенсированных прогибов. Входящие в границы развития карбонатного пласта C_{1al} carb месторождения нефти, залежи в которых сформированы в надбиогермных и надрифовых ловушках, нанесены на карту современного районирования (см. рис. 6). Кроме них показаны линии кон- и постседиментационных грабенообразных прогибов и горстовидных зон в связи с тем, что к бортам этих дизъюнктивных нарушений происходит частая приуроченность органогенных построек, о возрасте и роли которых отмечено выше. Исходя из критерия наличия в пределах поля развития пласта C_{1al} carb открытых месторождений и выявленных нефтепроявлений за их пределами, в платформенной части Башкортостана выделены высокоперспективные, перспективные и бесперспективные территории. К высокоперспективным относятся территории, на которых расположены с неизученным разрезом алексинского горизонта в отношении нефтеносности Юбилейное, Калаевское, Мустафинское, Ардатовское, Михайловское, Копей-Кубовское, Серафимовское, Стахановское, Знаменское и Белебеевское месторождения Южно-Татарского свода и Манчаровское, Сaitовское — Бирской седловины, Ново-Узыбашевское, Волковское — Благовещенской впадины. Такими же высокими перспективами обладает полоса увеличенных толщин продуктивного пласта, прилегающая с восточной стороны к Тавтиманово-Уршакскому девонскому грабенообразному прогибу, контролирующему Тавтимановское,

Уршакское, Янгурчинское и другие месторождения. Остальная часть территории развития продуктивного карбонатного пласта отнесена к категории перспективных. Территория без пласта C_{1al} carb малоперспективна на поиски новых залежей и месторождений нефти (см. рис. 6).

Выводы

1. В результате проведенного палеоструктурного анализа составлена карта тектонического районирования алексинских отложений, на которой выделены малоамплитудные крупные положительные и отрицательные структурные формы, повлиявшие на характер накопления пород. Среди них выделяется Усть-Айско-Гончаровский прогиб субмеридионального направления, разделяющий территорию платформенной части Башкортостана на две неравные части.

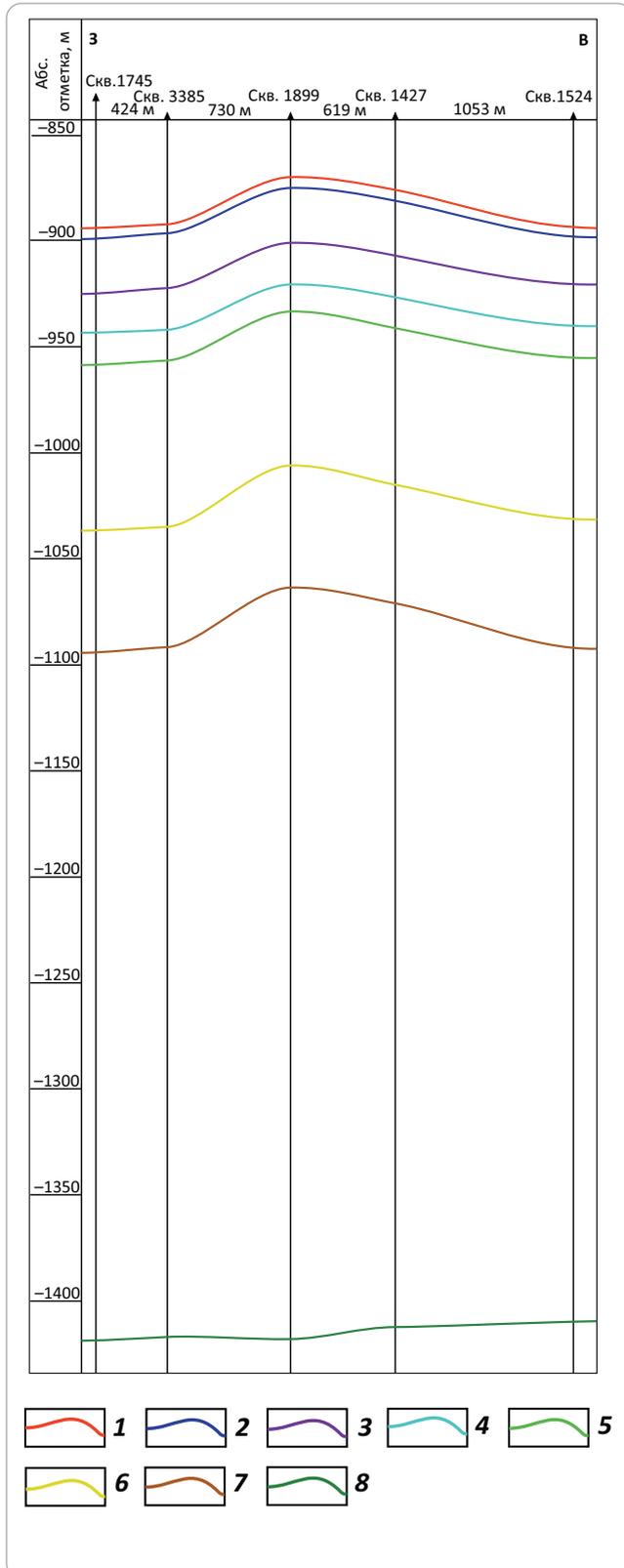
2. Образование толщ алексинского горизонта происходило во время трех циклов смены трансгрессий регрессиями, сопровождавшихся изменениями расположения береговой линии, разделяющей область с континентальной обстановкой осадконакопления от прибрежно-морской. Обе обстановки проявились лишь во время второго цикла, когда береговая линия располагалась на северо-западе платформенной части Башкортостана и в соответствующих условиях произошло накопление речного песчаного пласта C_{1al} (C₀) и карбонатного пласта C_{1al} carb. В них открыты залежи на нескольких месторождениях.

3. В заключительную фазу герцинской складчатости современные высокоамплитудные структуры I порядка алексинских отложений приобрели новую морфологию и сохранили в некоторых случаях отдельные черты древних структур. Общие направления погружения алексинского горизонта не изменились, но их глубина стала превышать древний план на сотни метров.

4. Новообразованные региональные структуры были осложнены положительными структурами II и III порядков, «корнями» которых служили верхнедевон-турнейские органогенные постройки (биогермы, рифы и их связи), с этими и перекрывающими их отложениями связаны многие месторождения Республики Башкортостан. Биогермы по-

Рис. 7. Схема соотношения структурных планов от кровли тиманского горизонта до кровли верхнеалексинского репера по линии скважин 1745 – 3385 – 1899 – 1427 – 1524 Туймазинского месторождения

Fig. 7. Scheme of structural geometry correlation from Timansky Horizon Top to Upper Aleksinsky marker Top along the line through 1745 – 3385 – 1899 – 1427 – 1524 wells of the Tuimazinsky field



Усл. обозначения к рис. 7

Legend for Fig. 7

Кровля (1–8): 1 — верхнеалексинского репера, 2 — карбонатного коллектора C_{1al} carb, 3 — туйского горизонта, 4 — радаевско-бобриковского горизонта, 5 — кизеловского горизонта, 6 — заволжского надгоризонта среднефаменского яруса, 7 — среднефаменского яруса, 8 — тиманского горизонта

Топ (1–8): 1 — Upper Aleksinsky marker, 2 — C_{1al} carb carbonate reservoir, 3 — Tulsy Horizon, 4 — Radaevsky-Bobrikovsky Horizon, 5 — Kizelovsky Horizon, 6 — Zavolzhsky, 7 — Middle Famennian stage, 8 — Timansky Horizon

явились на позднефранском шельфе и развивались до заволжского времени. Начало роста рифовых массивов определялось временем наращивания бортовых зон шельфов по направлению к осевым зонам некомпенсированных прогибов Камско-Кинельской системы, происходивших в заволжскую и отдельные эпохи турнейского века. Они также зарождались на бортах грабенообразных прогибов и горстовидных зон, отдельных выступов и перегибах в подстилающих отложениях.

5. Основным критерием ранжирования территории платформенной части Башкортостана по степени перспективности является расположение известных месторождений в структурах облекания органогенных построек с неизученным разрезом алексинских отложений относительно поля развития карбонатного пласта C_{1al} carb. Участки с месторождениями, попадающими в поле пласта, относятся к категории высокоперспективных. Такому критерию соответствуют 14 участков, на которых разрабатывается соответствующее число месторождений (см. рис. 4). К перспективной отнесена вся остальная часть распространения пласта C_{1al} carb. Малоперспективной является территория, располагающаяся вне пределов его развития.

Литература

1. Масагутов Р.Х., Комилов Д.У. Условия осадконакопления и перспективы нефтеносности михайловских отложений окского надгоризонта платформенного Башкортостана // Вестник Евразийской науки. – 2021. – Т. 13. – № 5.
2. Хачатрян Р.О. Тектоническое развитие и нефтегазосность Волжско-Камской антеклизы. – М. : Наука, 1979. – 172 с.
3. Комилов Д.У., Малеев Р.И., Масагутов Р.Х., Томилин В.Е. Геология позднетульской дельты Верхнекамской впадины и прилегающих регионов в связи с перспективами нефтеносности // Нефтяное хозяйство. – 2019. – № 12. – С. 86–90. DOI: 10.24887/0028-2448-2019-12-86-90.
4. Масагутов Р.Х., Комилов Д.У. О покрывке и карбонатном продуктивном коллекторе в алексинских отложениях Башкирского Приуралья // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ. – 2021. – № 28. – С. 30–35.
5. Комилов Д.У. Литология нефтеперспективных алексинских отложений платформенного Башкортостана // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. – 2021. – Т. 41. – № 4(104). – С. 34–41. DOI: 10.24412/1728-5283-2021-4-34-41.
6. Вилесов А.П., Чертина К.Н., Воронцов И.П., Девятка Н.П. Генезис доломитовых коллекторов бийско-афонинской карбонатной толщи Оренбургской области // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2014. – № 11. – С. 25–34.
7. Гладков Е.А. Доломитизация как основной фактор деформационно-метасоматического преобразования залежей углеводородов // Георесурсы. – 2012. – Т. 43. – № 1. – С. 34–46.
8. Викторов П.Ф., Кувыкин Ю.С. О нефтеносности и залежах алексинского горизонта на Арланском месторождении // Вопросы увеличения нефтеотдачи и интенсификации разработки нефтяных месторождений Башкирии. Тр. УфНИИ. Вып. 14. – Уфа, 1965. – С. 120.
9. Лозин Е.В., Селянин В.Ф., Масагутов Р.Х., Наумов А.В. Новое в методике выявления и трассирования протяженных эрозионно-аккумулятивных песчаных тел в терригенной толще нижнего карбона // Современные методы геологической интерпретации геофизических данных при решении задач поисков и разведки залежей нефти и газа : Тезисы докладов Всесоюзного совещания. – Краснодар, 1989. – С. 28.
10. Ахметшин И.Н., Гатауллина Л.Н., Смирнова Е.Ю. Картирование рукавообразных песчаных объектов по данным сейсморазведки 3D // Геофизика. – 2003. – Специальный выпуск. – С. 34–39.
11. Лозин Е.В. Геология и нефтеносность Башкортостана. – Уфа : БашНИПинефть, 2015. – 704 с.
12. Барышников В.И. Грабены юго-востока Восточно-Европейской платформы // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий : Мат-лы X межд. науч. практ. конф. (Уфа, 13–15 мая 2014 г.). – Уфа, 2014. – С. 3–6.
13. Барышников В.И. Еще раз о грабенах палеозоя южного Приуралья // Евразийский союз ученых. – 2014. – № 8–5. – С. 88–90.
14. Мавричев В.Г., Молодцов И.В., Масагутов Р.Х. Выявление нефтегазоконтролирующих микрограбенов аэромагнитной съемкой // Нефть. Газ. Новации. – 2011. – Т. 147. – № 4. – С. 40–44.

References

1. Masagutov R.Kh., Komilov D.U. Sedimentation conditions and oil-bearing prospects of mikhaylovsky sediments of okskian superhorizon in platform part of Bashkortostan. *The Eurasian Scientific*. 2021;13(5). In Russ.
2. Khachatryan R.O. Tektonicheskoe razvitie i neftegazonosnost' Volzhsko-Kamskoi anteklizy [Volga-Kama Antecline: tectonic evolution and oil and gas occurrence]. Moscow: Nauka; 1979. 172 p. In Russ.
3. Komilov D.U., Maleev R.I., Masagutov R.Kh., Tomilin V.E. Late Tula delta geology and hydrocarbons occurrences in the upper Kama depression and adjacent area. *Oil Industry*. 2019;(12):86–90. DOI: 10.24887/0028-2448-2019-12-86-90. In Russ.
4. Masagutov R.Kh., Komilov D.U. O pokryshke i karbonatnom produktivnom kollektore v aleksinskikh otlozheniyakh Bashkirskogo Priural'ya [Seal and carbonate reservoir in Aleksinsky deposits of Bashkirian Urals]. *Geologiya. Izvestiya Otdeleniya nauk o Zemle i prirodnykh resursov RB*. 2021;(28):30–35. In Russ.
5. Komilov D.U. Lithology of oil-pro aleksin deposits in platform Bashkortostan. *Vestnik Akademii nauk Respubliki Bashkortostan*. 2021;41(4(104)):34–41. DOI: 10.24412/1728-5283-2021-4-34-41. In Russ.
6. Vilesov A.P., Chertina K.N., Vorontsov I.P., Devyatka N.P. Genesis of dolomite reservoirs of Biysk-Afonian carbonate complex in Orenburg region. *Geology, geophysics and development of oil and gas fields*. 2014;(11):25–34. In Russ.
7. Gladkov E.A. Dolomitization as the basic factor of the deformation-metasomatic transformation of hydrocarbon deposits. *Georesursy*. 2012;43(1):34–46. In Russ.
8. Viktorov P.F., Kuvykin Yu.S. O neftenosnosti i zalezakh aleksinskogo gorizonta na Arlanskom mestorozhdenii [Oil and gas occurrence and accumulations in Aleksinsky Horizon of Arlan field]. In: *Voprosy uvelicheniya nefteotdachi i intensifikatsii razrabotki neftyanykh mestorozhdenii Bashkirii*. Tr. UfNII. Issue 14. Ufa; 1965. pp 120. In Russ.
9. Lozin E.V., Selyanin V.F., Masagutov R.Kh., Naumov A.V. Novoe v metodike vyyavleniya i trassirovaniya protyazhennykh erozionno-akkumulyativnykh peschanykh tel v terrigennoi tolshche nizhnego karbona [Long-length erosion-accumulative sand bodies in Lower Carboniferous terrigenous sequence: new in identification and tracking methodology]. In: *Sovremennyye metody geologicheskoi interpretatsii geofizicheskikh dannykh pri reshenii zadach poiskov i razvedki zalezhei nefiti i gaza: Tezisy dokladov Vsesoyuznogo soveshchaniy*. Krasnodar; 1989. 28 p. In Russ.
10. Akhmetshin I.N., Gataullina L.N., Smirnova E.Yu. Kartirovanie rukavooobraznykh peschanykh ob"ektov po dannykh seismorazvedki 3D (Spetsial'nyi vypusk k 70-letiyu Bashneftegeofiziki) [Mapping sand channels in 3D seismic data]. *Geofizika*. 2003;(Special Issue):34–39. In Russ.
11. Lozin E.V. *Geologiya i neftenosnost' Bashkortostana* [Bashkortostan: geology and oil bearing capacity]. Ufa: BashNIPineft'; 2015. 704 p.
12. Baryshnikov V.I. Grabeny yugo-vostoka Vostochno-Evropeskoj platformy [Grabens in the south-east of the East European Platform]. In: *Geologiya, poleznye iskopaemye i problemy geoekologii Bashkortostana, Urala i sopredel'nykh territorii: Materialy X mezhd. nauch. prakt. konf.* (Ufa, 13–15 may 2014). Ufa; 2014. pp. 3–6. In Russ.

13. *Baryshnikov V.I.* Eshche raz o grabenakh paleozoya yuzhnogo Priural'ya [Palaeozoic grabens of southern Urals revisited]. *Evrasiiskii soyuz uchenykh*. 2014;(8–5):88–90. In Russ.

14. *Mavrichev V.G., Molodtsov I.V., Masagutov R.Kh.* Discovery of oil and gas monitoring micro rift valleys by airborne magnetic survey. *Neft' Gaz. Novatsii*. 2011;147(4):40–44. In Russ.

Информация об авторах

Масагутов Рим Хакимович

Доктор геолого-минералогических наук
ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан»,
450008 Уфа, ул. Кирова, д. 15
e-mail: masagutovr@mail.ru
ORCID ID: 0000-0003-4610-2793

Комилов Джумабой Умарбоевич

Аспирант
ГБОУ «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»,
450064 Уфа, ул. Космонавтов. д. 1
e-mail: komilov_12@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-6525-8895

Хакимова Светлана Владимировна

Заместитель директора
ООО НПЦ «Геостра» (АО «Башнефтегеофизика»),
450071 Уфа, ул. Луганская, д. 3
e-mail: sveta_h@bngf.ru
ORCID ID: 0000-0003-1590-438X

Information about authors

Rim K. Masagutov

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences
Academy of Sciences Republic of Bashkortostan,
15, ul. Kirova, Ufa, 450008, Russia
e-mail: masagutovr@mail.ru
ORCID ID: 0000-0003-4610-2793

Dzhumaboi U. Komilov

Postgraduate
State Petroleum
Technological University,
1, ul. Kosmonavtov, Ufa, 450064, Russia
e-mail: komilov_12@mail.ru
ORCID ID: 0000-0001-6525-8895

Svetlana V. Khakimova

Deputy Director
LLC SPC "Geostra" (JSC "Bashneftegeofizika"),
3, ul. Luganskaya, Ufa, 450071, Russia
e-mail: sveta_h@bngf.ru
ORCID ID: 0000-0003-1590-438X