

УДК 550.8.052

DOI 10.31087/0016-7894-2023-1-85-93

## Геология линейных аномалий сейсмической записи фроловской свиты

© 2023 г. | Ю.С. Капустина, С.Л. Белоусов

ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия; yskapustina@tnnc.rosneft.ru; sbelousov@tnnc.rosneft.ru

Поступила 05.12.2022 г.

Доработана 08.12.2022 г.

Принята к печати 12.12.2022 г.

**Ключевые слова:** *сейсмические данные; линейные аномалии; фроловская свита; локальные аномалии; неокомские отложения; дельта волнового типа; глинистый диапиризм; флюидный литогенез.*

**Аннотация:** По мере повсеместного внедрения трехмерной сейсморазведки в проекты геолого-разведочных работ специалисты-интерпретаторы начинают замечать аномалии сейсмической записи различного генезиса и не всегда очевидно, какие геологические процессы ведут к их образованию. В данной статье рассмотрены возможные причины появления амплитудных аномалий во фроловской свите. Основное внимание уделено линейным аномалиям, не характерным для неокомского разреза и редко встречающимся в сейсмических данных. Авторы статьи выдвинули две гипотезы происхождения этих аномалий. Так как интервал исследования относят к мелководно-морским отложениям, первая гипотеза основана на визуальном анализе и связывает линейные аномалии с работой дельтовой системы волнового типа. В этом случае полосы можно интерпретировать как вдольбереговые валы и прилегающие к ним лагуны. Однако в неокомский период направление береговой линии не совпадало с направлением аномалий, поэтому здесь имеются противоречия. Вторая гипотеза наиболее вероятна. Она основана на деятельности тектонических процессов и связанных с ними вторичными литологическими изменениями или диапиризмом. Выдвигается предположение, что глинистые породы фроловской свиты под действием сейсмической вибрации и аномальных пластовых давлений становятся пластичными и заполняют полости или пустоты по ослабленным или трещиноватым зонам. Исследование возможных причин формирования подобных аномалий играет важную роль в интерпретации сейсмических данных, так как от этого зависит корректность концептуальной геологической модели.

Для цитирования: Капустина Ю.С., Белоусов С.Л. Геология линейных аномалий сейсмической записи фроловской свиты // Геология нефти и газа. – 2023. – № 1. – С. 85–93. DOI: 10.31087/0016-7894-2023-1-85-93.

## Geology of linear seismic anomalies of Frolovskaya Formation

© 2023 | Yu.S. Kapustina, S.L. Belousov

Tyumen Petroleum Research Center LLC, Tyumen, Russia; yskapustina@tnnc.rosneft.ru; sbelousov@tnnc.rosneft.ru

Received 05.12.2022

Revised 08.12.2022

Accepted for publication 12.12.2022

**Key words:** *seismic data; linear anomalies; Frolovskaya Formation; local anomalies; Neocomian deposits; Lower Cretaceous; wave-dominated delta; clay diapirism; fluid-derived lithogenesis.*

**Abstract:** As 3D seismic is becoming more widespread in exploration projects, interpreters begin observing anomalies of varying genesis. It is not always obvious what geological processes cause their formation. This article considers the possible causes of amplitude anomalies in the Frolovskaya Formation. The main attention is paid to linear anomalies which are not typical of Neocomian time interval and rarely found in seismic data. The authors put forward two hypotheses about the origin of these anomalies. Since the study interval is attributed to the shallow-marine depositional environment, the first hypothesis is based on visual analysis and associates linear anomalies with wave-dominated delta activity. In this case linear anomalies can be interpreted as alongshore bars and adjacent lagoons. However, the direction of the coastline in the Neocomian did not coincide with that of the anomalies in this area. Therefore, there is a contradiction here. The second hypothesis is the most probable. It is based on tectonic activity and associated with the secondary lithological changes or diapirism. It is suggested that under the influence of seismic vibration and anomalous strata pressure clays of the Frolovskaya Formation became plastic and filled cavities or voids along weakened or fractured zones. The study of possible reasons for formation of such anomalies plays an important role in seismic data interpretation, as the accuracy of the conceptual geological model depends on it.

For citation: Kapustina Yu.S., Belousov S.L. Geology of linear seismic anomalies of Frolovskaya Formation. *Geologiya nefi i gaza*. 2023;(1):85–93. DOI: 10.31087/0016-7894-2023-1-85-93. In Russ.

### Введение

При интерпретации сейсмических данных на участках Тортасинского блока в интервале отражающего горизонта  $N_{AC4}$  были обнаружены линейные аномалии северо-западного простирания, характеризующиеся пониженными значениями амплитуд.

Природа этих аномалий неясна. Данная статья посвящена обсуждению результатов анализа вероятных причин подобных явлений.

Участками Тортасинского блока называют Тортасинский, Восточно-Унлорский и Северо-Итъяхский-3, они находятся в западной части Хан-



ты-Мансийского автономного округа Тюменской области. Блок участков покрыт сейсморазведочными работами МОГТ-3D объемом более 900 км<sup>2</sup> [1]. Площадь работ разбурена неравномерно, всего 22 поисково-разведочные скважины и 8 эксплуатационных.

Территория исследования расположена в зоне сочленения восточной части Верхнеяминского вала, Вынглорской котловины, Сыньеганской террасы и седловины без названия, осложняющих северную часть Фроловской мегавпадины (рис. 1). По нефтегеологическому районированию блок участков расположен в Ляминском нефтегазоносном районе Фроловской нефтегазоносной области. В пределах Ляминского нефтегазоносного района продуктивны отложения юры и неокома [2].

Аномалии сейсмической записи выявлены в части волнового поля, соответствующей отложениям фроловской свиты.

### Палеогеография района исследований в готериве и барреме

Фроловская свита входит в неокомский комплекс, относящийся к нижнемеловому отделу, и подразделяется на нижнюю и верхнюю подсвиты. В волновом поле объект исследования находится в интервале между отражающими горизонтами Б и М.

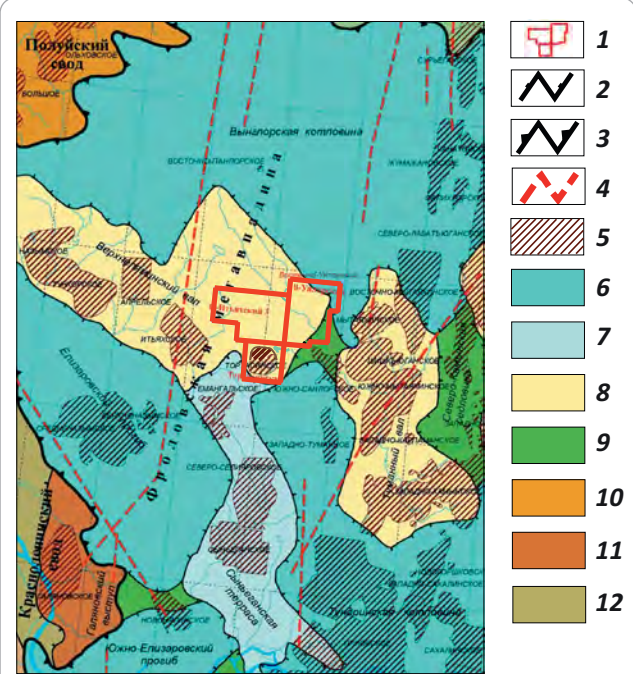
Нижняя подсвита имеет клиноформное строение. Она начала формироваться в глубоководных условиях в осевой части баженовского палеоморя, где сходились две проградационные системы западного и восточного направлений. Простирание фациальных зон было преимущественно субмеридиональным.

По мере заполнения аккомодационного пространства глубоководный бассейн постепенно сужался, и к концу накопления нижнефроловской подсвиты произошло практически полное его заполнение. В алымское время (верхнефроловская подсвита) на фоне общего погружения северные территории испытали подъем. В результате заполнения палеобассейна и последующих тектонических движений «постбаженовский» бассейн полностью перестроился. Наиболее глубоководная и удаленная от источников сноса часть бассейна сместилась на юг и запад. Глинистые отложения в этот период времени накапливались на юге и в центре Фроловского фациального района. В северном направлении происходит опесчанивание верхней части фроловской свиты, что свидетельствует о близости береговой линии палеоморя и источников сноса осадочного материала.

Отражающий горизонт  $N_{AC4}$  приурочен к кровле клиноформного комплекса, является покровным и отождествляется с кровлей пласта  $AC_4$  фроловской свиты. Отложения фроловской свиты характеризуются значительной неоднородностью как по площади, так и по разрезу. Породы представлены в основном глинистыми разностями с прослоями

**Рис. 1.** Выкопировка из тектонической карты Западно-Сибирской плиты (под редакцией Шпильмана В.И., Змановского Н.И., Подсосовой Л.Л., 1998) ([2] с редакцией авторов)

**Fig. 1.** Fragment of the Tectonic Map of the West Siberian plate (edited by: Shpilman V.I., Zmanovsky N.I., Podsova L.L., 1998) ([2] edited by the authors)

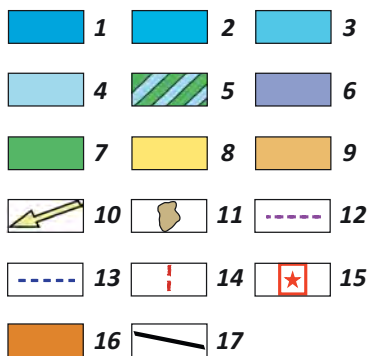
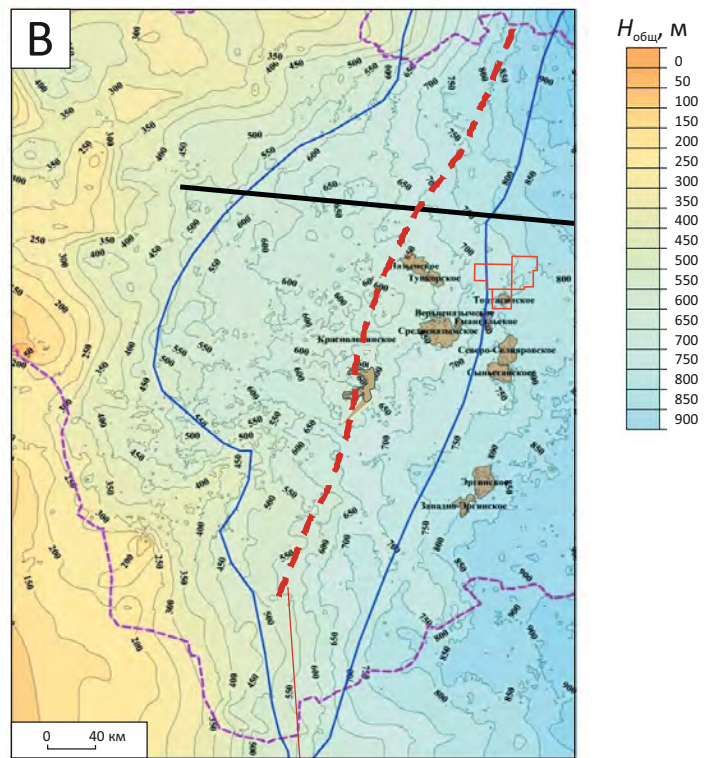
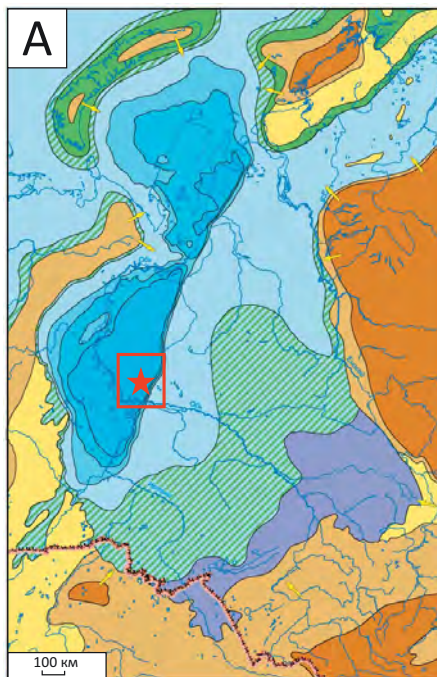


**Границы (1–3):** 1 — изучаемых участков, 2 — тектонических элементов I порядка, 3 — внутреннего районирования тектонических элементов I порядка; 4 — важнейшие тектонические нарушения; 5 — открытые месторождения нефти, газа и газоконденсата; **элементы внутреннего районирования впадин, мегапрогибов (6–10):** 6 — впадины, прогибы, днища впадин, котловины, 7 — террасы, 8 — поднятия, выступы, валы, 9 — седловины внутреннего районирования впадин, 10 — своды, мегавалы (нерайонированные); **элементы внутреннего районирования сводов, мегавалов (11, 12):** 11 — валы, поднятия, вершины, 12 — впадины, прогибы

**Boundaries (1–3):** 1 — study areas, 2 — boundaries of 1-st order tectonic elements, 3 — internal zoning of 1-st order tectonic elements; 4 — major tectonic disturbances; 5 — discovered oil, gas, and gas condensate fields; **elements of internal zoning of depressions, megatroughs (6–10):** 6 — depressions, troughs, depression bottom, synclinal folds, 7 — terraces, 8 — uplifts, salients, swells, 9 — saddles in the internal zoning of the depressions, 10 — arches, megaswells (not zoned); **elements of internal zoning of arches, megaswells (11, 12):** 11 — swells, uplifts, crests, 12 — depressions, troughs

песчаников и алевролитов. К востоку происходит опесчанивание разреза, и в Приобско-Надымском районе отложениям фроловской свиты соответствуют отложения ахской, черкашинской и алымской свит. В западном направлении глинистые отложения нижней части фроловской свиты переходят в глинистые отложения Березовского и Игримо-Шаимского фациальных районов [3, 4]. Анализ толщин интервала между отражающими горизонтами Б и М показал, что во время формирования отложений фроловской свиты северная и восточная части Фроловской мегавпадины испытывали более интенсивное погружение относительно запада и юга (рис. 2).

Рис. 2. Концептуальная модель осадконакопления фроловской свиты по региональным данным  
 Fig. 2. Conceptual depositional model of the Frolovskaya Formation, according to regional data

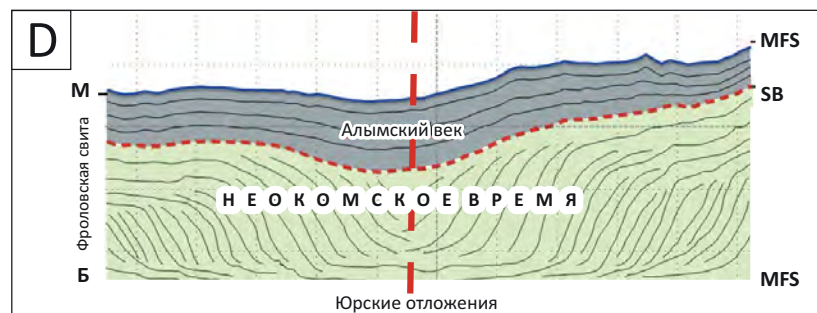
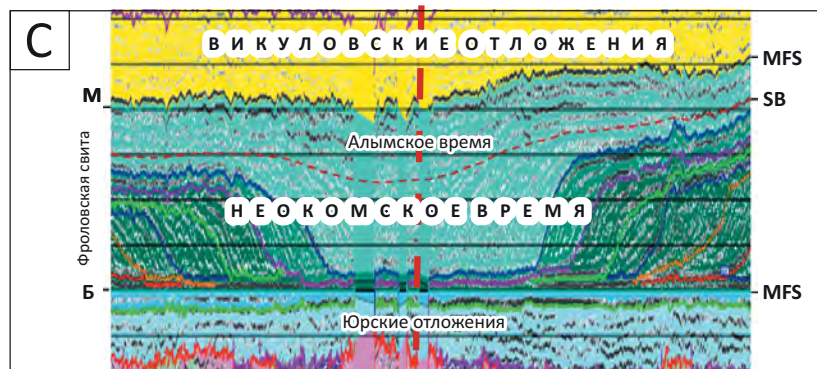


А — палеогеографическая схема Западной Сибири, готерив [5], В — карта общих толщин фроловской свиты, С — фрагмент регионального профиля R13, D — концептуальная схема отложений фроловской свиты.

**Отражающие горизонты:** М — кровля фроловской свиты, Б — кровля баженовской свиты, MFS — максимальный уровень затопления, SB — поверхность несогласия.

**Глубина моря, м (1–4):** 1 — глубокое (200–400), 2 — мелкое (100–200), 3 — мелкое (25–100), 4 — мелкое (< 25 м); 5 — области переходного осадконакопления; 6 — внутренние водоемы; **равнины (7–9):** 7 — низменная, 8 — денудационно-аккумулятивная, 9 — возвышенная; 10 — главные направления сноса; 11 — открытые месторождения нефти, газа и газоконденсата; **границы (12, 13):** 12 — Ханты-Мансийского автономного округа, 13 — фациальных районов (берриас – апт); 14 — осовая часть неокомского бассейна; 15 — площадь работ; 16 — низкие горы; 17 — схема расположения разрезов С и D.

Остальные усл. обозначения см. на рис. 1



Legend for Fig. 2

A — paleogeographic scheme of Western Siberia in Hauterivian [5], B — map of the Frolovskaya Fm total thickness, C — fragment of R13 regional survey line, D — conceptual scheme of the Frolovsky Fm deposits.

**Reflection horizons:** M — top of the Frolovskaya Fm, B — top of the Bazhenov Fm, MFS — maximum flooding level, SB — unconformity.

**Sea depth, m (1–4):** 1 — deep (200–400), 2 — shallow (100–200), 3 — shallow (25–100), 4 — shallow (< 25 m); 5 — areas of transitional sedimentation; 6 — inland water bodies; **plains (7–9):** 7 — lowland, 8 — base-level accumulative, 9 — elevated; 10 — main directions of transportation; 11 — discovered oil, gas, and gas condensate fields; **boundaries (12, 13):** 12 — Khanty-Mansi Autonomous Okrug, 13 — facies regions (Berriasian – Aptian); 14 — axial part of the Neocomian basin; 15 — study area; 16 — low mountains; 17 — position of C and B sections.

For other Legend items see Fig. 1

### Описание сейсмических аномалий

Исследуемые линейные аномалии прослеживаются в небольшом интервале сейсмической записи. Интенсивность их проявления разная. Наиболее ярко они выделяются в районе отражения  $N_{AC4}$ . Затухают выше  $N_{AC4}$  приблизительно на 15 мс. Прослеживаются примерно на 30 мс ниже отражающего горизонта  $N_{AC4}$ , затухая к следующему отражающему горизонту, где начинается клиноформное падение неокомского комплекса. Длина аномалий варьирует. Самые максимально протяженные из них достигают 18 км. Встречаются полосы длиной около 5, 10 и 15 км. Ширина аномалий непостоянна и изменяется от нескольких десятков метров до 500 м. Однако эти аномалии не полностью линейные и наблюдается небольшая кривизна, а также отсутствие периодичности. На рис. 3 приведена карта среднеквадратичных амплитуд в интервале  $N_{AC4}$  и временные разрезы вкрест простирания линейных аномалий.

Также в данном интервале записи встречаются три аномалии локализованного типа. Локальная аномалия участка Северо-Итьяхский-3 протяженностью 6,5 км и шириной от 1,6 км до 500 м в узкой части постепенно затухает на юго-восток. На Восточно-Унлорском участке наблюдается небольшая локальная аномалия протяженностью 4 км и шириной от 700 до 1300 м. Протяженность тортасинской аномалии около 5 км, ширина — 1300 м и меньше. Рядом на юго-западе проходит единичная линейная аномалия длиной 8 км и шириной 200–400 м.

Подобные аномалии линейного типа северо-западного простирания встречаются и на Назымском месторождении, находящемся на Верхнеляминском валу, в 70 км западнее Тортасинского участка.

Совместный анализ характеристик сейсмических аномалий и данных скважин, расположенных в их пределах, позволил сформулировать две гипотезы их происхождения, которые условно можно назвать «дельтовой» и «тектонической».

### Дельтовая гипотеза

При визуальном рассмотрении аномалий сейсмической записи возникает ассоциация с работой дельтовой системы с преобладанием волновых процессов. Дельты волнового типа характеризу-

ются развитием наносов вдоль береговой линии. Береговые бары и береговые песчаные гряды ориентированы параллельно склону [6]. В качестве современного аналога можно привести, например, о-в Меррит, штат Флорида в США. Распространение вдольбереговых валов имеет огромное сходство с тем, что видно на срезах спектральной декомпозиции (рис. 4).

Интервал исследования, где наблюдаются сейсмические аномалии, относится к мелководно-морским отложениям. Проведен поиск возможных аналогов, где бы наблюдались линейные аномалии. В работе [7] описываются подобные явления. Авторы статьи связывают линейные аномалии с работой дельтовой системы волнового типа и интерпретируют как вдольбереговые валы и прилегающие к ним лагуны. Песчаные тела, порождающие указанные аномалии, перспективны на поиски УВ.

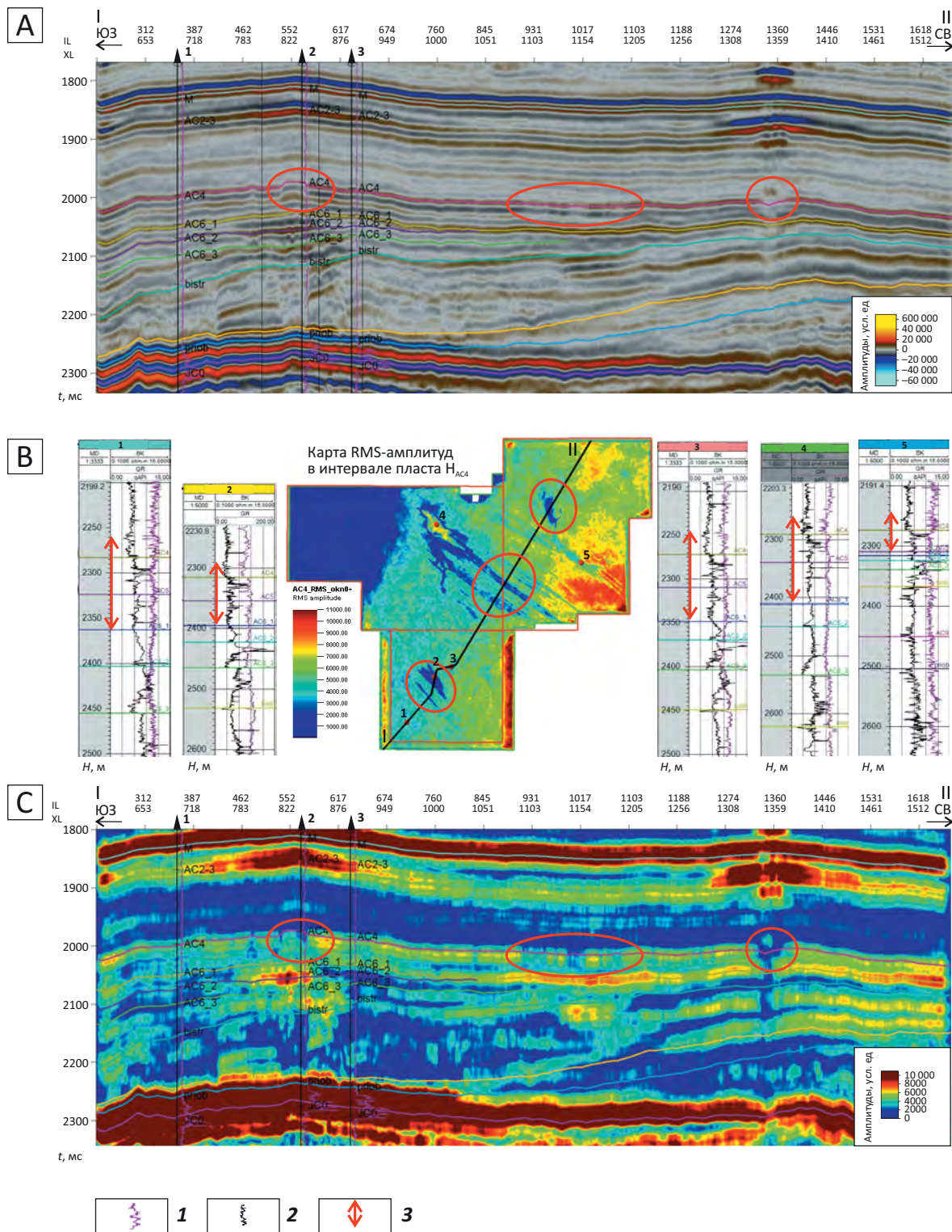
При детальном изучении сейсмических аномалий Тортасинского блока было установлено их развитие с северо-запада на юго-восток в узком интервале разреза ниже  $N_{AC4}$ . Отложения ниже отражающего горизонта  $N_{AC4}$  относятся к неокомской части разреза. В неокомский период береговая линия имела субмеридиональное направление, что не согласуется с направлением аномалий. Таким образом, наблюдаются противоречия, связанные с несовпадением береговой линии и направления распространения аномалий.

### Тектоническая гипотеза

Вторая гипотеза появления подобных сейсмических аномалий связана с тектоническим строением площади. Можно предположить, что появление такого рода аномалий вызвано деятельностью тектонических процессов и связанным с ними диапиризмом.

Диапиризм — явление прорыва слоев твердых горных пород лежащими ниже пластически деформирующимися породами [8]. Пластичные породы под нагрузкой вышележащей толщи ведут себя подобно вязкой жидкости и благодаря этому перераспределяются, вызывая деформацию верхних слоев. Возникающие в этих слоях изгибающие и растягивающие усилия ведут к их разрыву в ослабленных местах и к внедрению в разрыв пластически деформирующихся пород, т. е. к образованию диапиров. Диапиризм глин генетически связан с активизаци-

**Рис. 3.** Карта среднеквадратичных амплитуд в интервале пласта  $H_{AC4}$  и временные разрезы, проходящие вкост простирания линейных аномалий  
**Fig. 3.** Map of RMS amplitudes in the interval of the  $H_{AC4}$  horizon, and time sections across the strike of linear anomalies



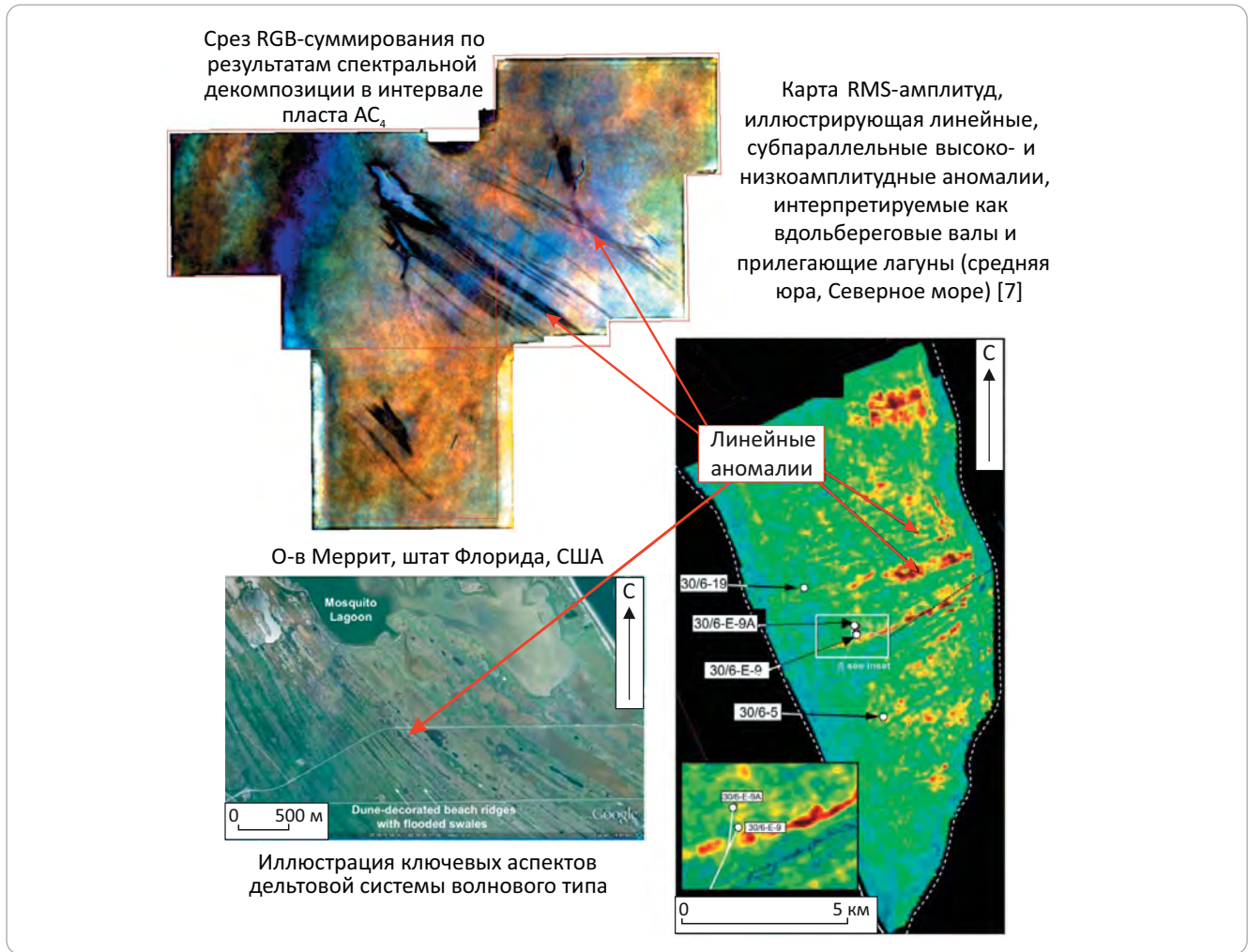
A — композитный временной амплитудный разрез вкост простирания аномалий, B — карта RMS-амплитуд в интервале пласта  $H_{AC4}$  и характеристика по каротажу неокотских отложений, C — композитный временной амплитудный разрез RMS-амплитуд вкост простирания аномалий.

1 — гамма-каротаж, м; 2 — боковой каротаж, Ом · м; 3 — интервал прослеживания аномалий

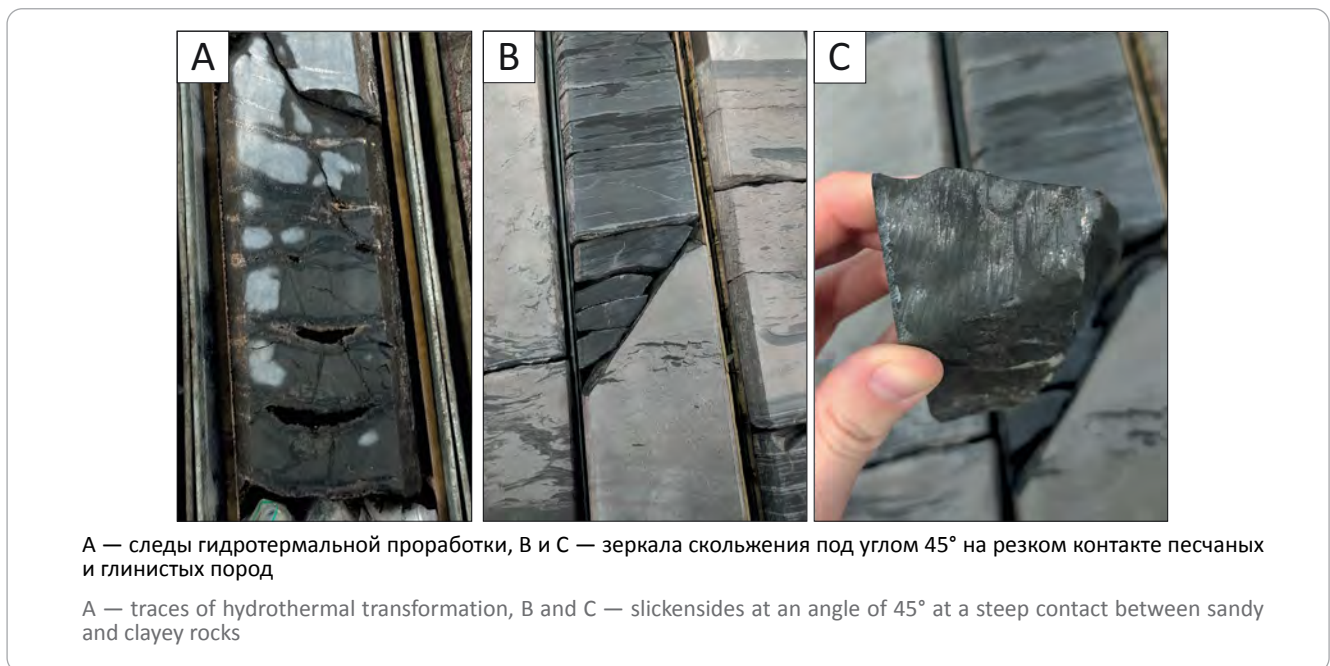
A — slalom seismic time section across the anomalies strike, B — RMS amplitudes in the interval of the  $H_{AC4}$  horizon and logging characteristics of Neocomian sediments, C — slalom time RMS amplitude section across the anomalies strike.

1 — gamma-ray logging, m; 2 — lateral logging, Ом · м; 3 — interval of anomalies tracking

**Рис. 4.** Аналоги линейных аномалий пласта AC<sub>4</sub>  
**Fig. 4.** Analogues of AC<sub>4</sub> horizon linear anomalies

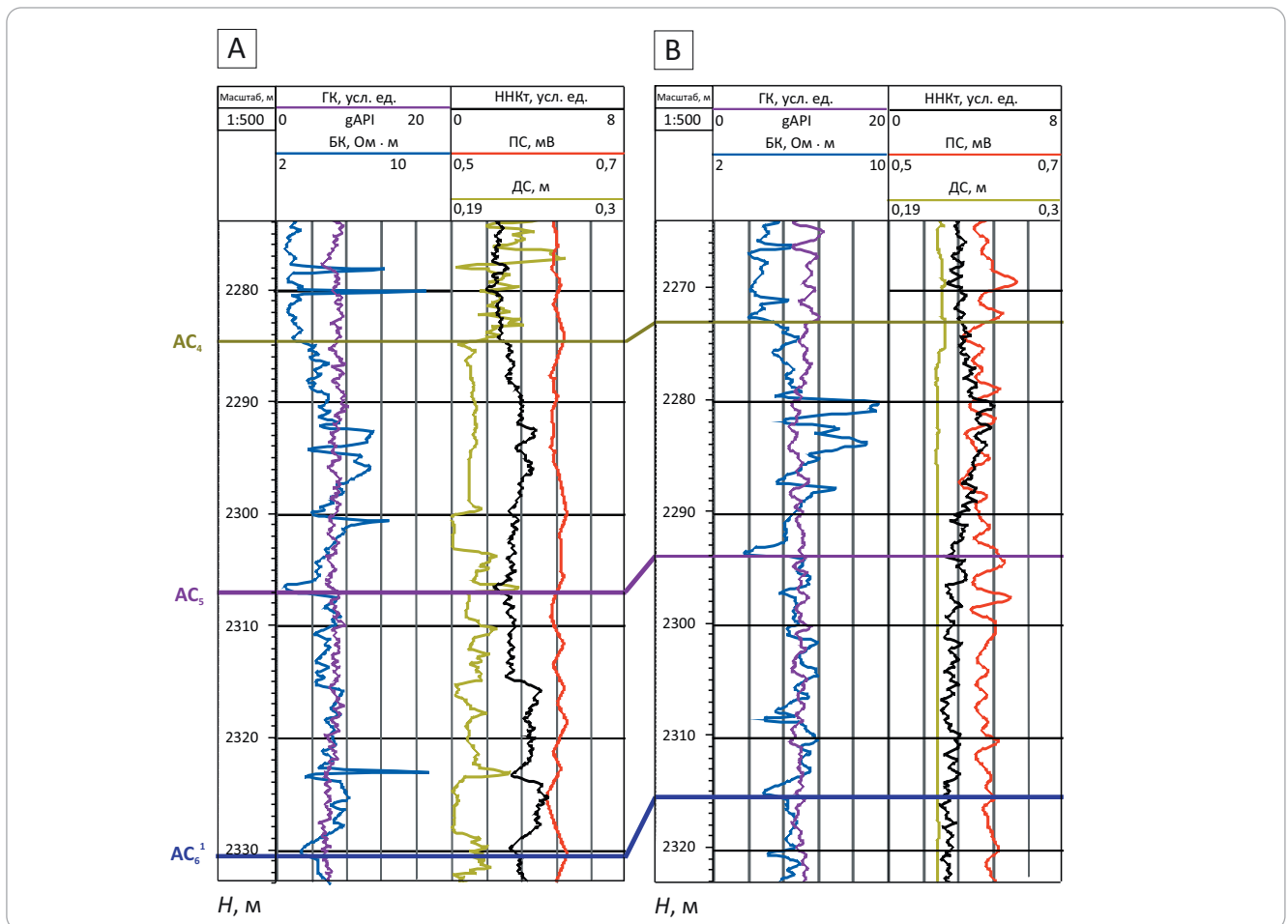


**Рис. 5.** Керн из скв. 5, попадающей в ослабленную зону линейных аномалий  
**Fig. 5.** Core from 5 well falling into the weakened zone of linear anomalies



**Рис. 6.** Характеристика по каротажу пластов  $AC_{4-5}$  в скв. 5, расположенной в пределах аномалии (А), и в скв. 3, расположенной за пределами аномалии (В)

**Fig. 6.** Logging characteristics of  $AC_{4-5}$  horizons in 5 well drilled in the anomaly (A), and in 3 well drilled outside the anomaly (B)



ей в них или в близкорасположенных нефтегазоматеринских толщах (на данной территории нефтегазоматеринскими породами являются отложения тутлеймской свиты — аналога баженовской свиты) процессов генерации и эмиграции УВ.

В последние годы большое внимание уделяется «флюидному литогенезу» — пороодообразованию за счет восходящих флюидных потоков различного состава [9]. Можно предположить, что глинистые породы фроловской свиты (подачимовская толща), залегающие непосредственно на отложениях тутлеймской свиты, под действием сейсмической вибрации и аномальных пластовых давлений становятся пластичными, жидкоподобными или флюидизированными. Такие подвижные массы проникают по ослабленным или трещиноватым зонам и заполняют все полости или пустоты, встреченные на своем пути.

При деформации верхних слоев характерны структурно-морфологические признаки. Показательны разнообразные по форме и размеру тела, нарушающие стратификацию осадков: субвертикальные трубко-, цилиндрические и конусообразные, секущие наслоение пород. На сейсмических разрезах диапировые структуры характеризуются по-

ниженными значениями амплитуд и мгновенных частот, вплоть до пустой, хаотичной записи [10]. Вместе с тем однозначность выделения диапировых структур по сейсмическим данным зависит от размера тел. Крупные тела легко обнаруживаются на обычных амплитудных сейсмических 3D-кубах и 2D-профилях, но если размеры тела меньше или сопоставимы с разрешенностью сейсмических данных, то можно предположить, что на амплитудных разрезах будут видны только зоны ослабленных амплитуд, а на частотных разрезах — зоны пониженной частотной записи, что мы и наблюдаем в интервале исследования на Тортасинском блоке.

В пользу тектонической природы встреченных аномалий сейсмической записи также свидетельствуют направления главных тектонических элементов на рассматриваемой территории. Верхнеламинский вал, осложняющий Фроловскую мегавпадину, имеет то же направление, что и линейные аномалии (см. рис. 1). Такое же направление преобладает в простирании разломов и складчатых структур доюрского основания района исследования (по данным ФГБУ «ЗапСибНИИГТ», 2016), оно совпадает с направлением линейных аномалий фроловской свиты.

В скв. 5, пробуренной в пределах сейсмической аномалии (см. рис. 3), из неокомской части разреза поднят керн. В керне присутствуют каверны, которые свидетельствуют о гидротермальной проработке отложений (рис. 5 А). Встречены зеркала скольжения, плоскость которых расположена под углом 45° к оси керна. На резкой границе между песчаными и глинистыми отложениями (см. рис. 5 В, С) наблюдается зеркало скольжения. Данные факты так же свидетельствуют о тектонической активности изучаемой территории.

По каротажу каких-либо изменений или отличий в разрезе близкорасположенных скважин, пробуренных в аномалии и за ее пределами, не наблюдается (рис. 6). На этом рисунке видно, что все слои, на которые можно разделить пласты АС<sub>4-5</sub>, в одной скважине хорошо согласуются и определены в другой скважине.

## Вывод

Динамические аномалии сейсмической записи могут отражать абсолютно разные геологические процессы. Возможно, это резкое изменение литологии, трещиноватость, наличие УВ и др. [11]. Поэтому для целей геолого-разведочных работ важно понимать природу линейных сейсмических аномалий и корректно их интерпретировать, так как они могут быть связаны с песчаными телами, перспективными на поиски УВ, либо могут представлять собой глинистые барьеры для структурно-литологических залежей. Авторы статьи считают, что обнаруженные аномалии волнового поля имеют тектоническую природу с элементами гидротермальной проработки и глинистых инъекций вдоль ослабленных зон. Подобные аномалии волнового поля имеют большую практическую значимость, они могут выступать поисковым критерием для ловушек УВ неструктурного типа.

## Литература

1. Гайфулина Е.Ф., Надежницкая Н.В., Капустина Ю.С. и др. Повышение точности сейсмического прогноза эффективных толщин пласта ЮС2 тюменской свиты на примере месторождений Тортасинского блока // Нефтяное хозяйство. – 2021. – № 11. – С. 28–31. DOI: 10.24887/0028-2448-2021-11-28-31.
2. Атлас «Геология и нефтегазоносность Ханты-Мансийского автономного округа». – Екатеринбург : ИздатНаукаСервис, 2004. – 148 с.
3. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. Новосибирск, 2003 г. (объяснительная записка). – Новосибирск : Изд-во СНИИГиМС, 2004. – 114 с.
4. Соколовский А.П., Соколовский Р.А. Фроловская фациальная зона неокома Западной Сибири в свете оценки перспектив нефтегазоносности // Вестник недропользования ХМАО. – 2005. – № 15. – С. 64–69.
5. Контарович А.Э., Ершов С.В., Казаненков В.А., Карогодин Ю.Н., Контарович В.А., Лебедева Н.К., Никитенко Б.Л., Попова Н.И., Шурыгин Б.Н. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в меловом периоде // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55. – № 5–6. – С. 745–776. DOI: 0.15372/GiG20140504.
6. Чернова О.С. Седиментология резервуара : Учебное пособие по короткому курсу. – Томск : ЦППС НД, 2008. – 250 с.
7. Jackson C. A.-L., Grunhagen H., Howell J.A., Larsen A.L., Andersson A., Boen F., Groth A. 3D seismic imaging of lower delta-plain beach ridges: lower Brent Group, northern North Sea // Journal of the Geological Society. – 2010. – Т. 167. – С. 1225–1236. DOI: 10.1144/0016-76492010-053.
8. Словарь по геологии нефти и газа / Под ред. К.А. Черникова. – Ленинград : Недра, 1988. – С. 163–164.
9. Беленицкая Г.А. Инъекционно-осадочные типы седиментогенеза // Новые идеи в науках о Земле : сб. науч. тр. VII Междунар. конф. – М., 2005. – С. 124–125.
10. Zhong S., Zhang J., Luo J. Geological Characteristics of Mud Volcanoes and Diapirs in the Northern Continental Margin of the South China Sea: Implications for the Mechanisms controlling the Genesis of Fluid Leakage Structures // Geofluids. – 2021. – Т. 2021. – С. 1–17. – DOI: 10.1155/2021/5519264.
11. Корягин В.В. Интерпретация аномалий сейсмической записи с помощью итеративного моделирования // Геология нефти и газа. – 1990. – № 9. – С. 26–30.

## References

### References

1. Gaifulina E.F., Nadezhnitskaya N.V., Kapustina Yu.S. et al. Improving the accuracy of seismic prediction of the effective thicknesses of the Ju2 formation of the Tyumen suite on the example of the fields of the Tortasinsky block. *Neftyanoe khozayaistvo*. 2021;(11):28–31. DOI: 10.24887/0028-2448-2021-11-28-31. In Russ.
2. Atlas "Geology and petroleum potential of Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra" [Atlas "Geologiya i neftegazonosnost' Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga"]. Ekaterinburg: IzdatNaukaServis; 2004. 148 p. In Russ.
3. Reshenie 6-go Mezhdedomstvennogo stratigraficheskogo soveshchaniya po rassmotreniyu i prinyatiyu utochnennykh stratigraficheskikh skhem mezozoiskikh otlozhenii Zapadnoi Sibiri. Novosibirsk, 2003 g. (ob'yasnitel'naya zapiska) [Resolution of the 6-th Inter-Departmental Meeting on the Review and Adoption of the Updated Stratigraphic Charts for the West Siberian Mesozoic Sequences. Novosibirsk, 2003 (explanatory note)]. Novosibirsk: Izd-vo SNIIGiMS; 2004. 114 p. In Russ.
4. Sokolovskii A.P., Sokolovskii R.A. Frolovskaya fatsial'naya zona neokoma Zapadnoi Sibiri v svete otsenki perspektiv neftegazonosnosti [West Siberian Neocomian Frolovskaya facies zone in the context of petroleum potential assessment]. *Vestnik nedropol'zovaniya KHMAO*. 2005;(15):64–69. In Russ.



5. Kontorovich A.E., Ershov S.V., Kazanenkov V.A., Karogodin Yu.N., Kontorovich V.A., Lebedeva N.K., Nikitenko B.L., Popova N.I., Shurygin B.N. Cretaceous paleogeography of the West Siberian sedimentary basin. *Russian Geology and Geophysics*. 2014;55(5–6):582–609. DOI: 10.1016/j.rgg.2014.05.005.
6. Chernova O.S. Sedimentologiya rezervuara : Uchebnoe posobie po korotkomu kursu [Reservoir Sedimentology : Short Course Study Guide]. Tomsk: TSPPS ND; 2008. 250 p. In Russ.
7. Jackson C. A.-L., Grunhagen H., Howell J.A., Larsen A.L., Andersson A., Boen F., Groth A. 3D seismic imaging of lower delta-plain beach ridges: lower Brent Group, northern North Sea. *Journal of the Geological Society*. 2010;(167):1225–1236. DOI: 10.1144/0016-76492010-053.
8. Slovar' po geologii nefiti i gaza [Oil and Gas Geology Dictionary]. In: K.A. Chernikov, ed. Leningrad: Nedra; 1988. pp. 163–164. In Russ.
9. Belenitskaya G.A. In'eksionno-osadochnye tipy sedimentogeneza [Injection-sedimentary types of sedimentogenesis]. In: Novye idei v naukakh o Zemle: sb. nauch. tr. VII Mezhdunar. konf. Moscow; 2005. pp. 124–125. In Russ.
10. Zhong S., Zhang J., Luo J. Geological Characteristics of Mud Volcanoes and Diapirs in the Northern Continental Margin of the South China Sea: Implications for the Mechanisms controlling the Genesis of Fluid Leakage Structures. *Geofluids*. 2021;2021:1–17. DOI: 10.1155/2021/5519264.
11. Koryagin V.V. Interpreting seismic record anomalies by iterative modeling. *Geologiya nefiti i gaza*. 1990;(9):26–30.

### Информация об авторах

#### Капустина Юлия Сергеевна

Главный специалист

ООО «Тюменский нефтяной научный центр»,  
625000 Тюмень, Главпочтамт, а/я 747  
e-mail: yskapustina@tnnc.rosneft.ru  
ORCID ID: 0000-0001-6209-6579

#### Белоусов Сергей Леонидович

Эксперт по геологии

ООО «Тюменский нефтяной научный центр»,  
625000 Тюмень, Главпочтамт, а/я 747  
e-mail: slbelousov@tnnc.rosneft.ru  
ORCID ID: 0000-0002-7997-3723

### Information about authors

#### Yuliya S. Kapustina

Chief Specialist

Tyumen Petroleum Research Center,  
p/o box 747, General Post Office, Tyumen, 625000, Russia  
e-mail: yskapustina@tnnc.rosneft.ru  
ORCID ID: 0000-0001-6209-6579

#### Sergei L. Belousov

Expert in geology

Tyumen Petroleum Research Center,  
p/o box 747, General Post Office, Tyumen, 625000, Russia  
e-mail: slbelousov@tnnc.rosneft.ru  
ORCID ID: 0000-0002-7997-3723