



Научная статья
УДК 552.143



<https://doi.org/10.21285/2686-9993-2022-45-2-152-161>

Литолого-фациальная изменчивость ярактинского горизонта как комплексный результат геодинамических процессов тектоногенеза и седиментогенеза

Лариса Александровна Рапацкая^a, Александр Владимирович Карпиков^b

^{a,b}Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Рапацкая Лариса Александровна, raplarisa@yandex.ru

Резюме. Цель представленного исследования заключалась в анализе литолого-фациальной обстановки образования и причин изменчивости литологического состава отложений ярактинского горизонта, а также особенностей формирования и распределения в нем пород-коллекторов. В ходе работы авторами были использованы как данные результатов буровых и геофизических работ, так и материалы исследований, опубликованных в открытой печати. Ярактинский горизонт является промышленно-продуктивным на месторождениях юго-восточного склона и центральной части Непско-Ботуобинской антеклизы – Дулисьминском, Ярактинском, Аянском, Даниловском и других. Отложения ярактинского горизонта сформировались в начальный трансгрессивный этап вендского цикла осадконакопления и характеризуются крайней литологической невыдержанностью состава и изменениями толщин. Проведенные рядом ученых исследования свидетельствуют о том, что к началу образования ярактинского горизонта на территории его формирования в геоморфологическом плане преобладала прибрежная равнина, временами заливавшаяся морем. Породы данной площади представлены фациями временных пролювиально-делювиальных потоков прибрежной равнины, сменявшимися прибрежными мелководными отложениями. В связи с этим смена литологического состава пород и толщин ярактинского горизонта являлась следствием изменения характера колебательных движений, а его структурно-текстурные особенности определялись в основном динамикой водных потоков среды седиментации и характером палеорельефа подстилающей поверхности. В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что литологическая неоднородность ярактинского горизонта в разрезах (по вертикали) и по простиранию (по латерали) определяется частым чередованием различных литотипов, формирование которых диктуется комплексным характером тектонических движений и особенностями изменения фациальных обстановок осадконакопления.

Ключевые слова: ярактинский горизонт, нефтегазоносность, литолого-фациальный анализ, седиментогенез, тектоногенез, корреляция, фильтрационно-емкостные свойства, коллектор

Для цитирования: Рапацкая Л. А., Карпиков А. В. Литолого-фациальная изменчивость ярактинского горизонта как комплексный результат геодинамических процессов тектоногенеза и седиментогенеза // Науки о Земле и недропользование. 2022. Т. 45. № 2. С. 152–161. <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2022-45-2-152-161>.

Original article

Lithofacies variability of the Yarakta horizon as a complex result of geodynamic processes of tectonogenesis and sedimentogenesis

Larisa A. Rapatskaya^a, Alexander V. Karpikov^b

^aIrkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Corresponding author: Larisa A. Rapatskaya, raplarisa@yandex.ru

Abstract. The purpose of the research is to analyze the lithological and facies conditions of formation and the causes of lithological composition variability of the Yarakta horizon deposits as well as formation and distribution features of reservoir rocks in the horizon. The paper uses the data on drilling and geophysical work results and research materials from the public sources. The Yarakta horizon is commercially productive in the deposits of the southeastern slope and the central part of the Nepa-Botuoba anticline: Dulisminskoe, Yarakhtinskoe, Ayanskoe, Danilovskoe deposits, etc. The deposits of the Yarakta horizon were formed during the initial transgressive stage of the Vendian sedimentation cycle and are

© Рапацкая Л. А., Карпиков А. В., 2022



characterized by extreme lithological irregularity of rock composition and thickness. Investigations of a number of scientists testify that in the early formation of the Yarakta horizon its territory in geomorphological terms was predominantly presented by a coastal plain, which was occasionally flooded by the sea. The rocks in the area are represented by the facies of temporary proluvial-deluvial flows of the coastal plain replaced by coastal shallow sediments. The change in the lithological composition of rocks and thicknesses of the Yarakta horizon is a result of changes in the nature of oscillatory movements, while its structural and textural features are determined mainly by the dynamics of water flows of the sedimentation medium and the paleorelief nature of the underlying surface. The conducted research allows to conclude that lithological heterogeneity of the Yarakta horizon in sections (vertically) and along the strike (laterally) is determined by the frequent alternation of various lithotypes, the formation of which is determined by the complex nature of tectonic movements and irregularity features of sedimentary layer facies.

Keywords: Yarakta horizon, oil and gas potential, lithological and facies analysis, sedimentogenesis, tectonogenesis, correlation, reservoir porosity and permeability, reservoir

For citation: Rapatskaya L. A., Karpikov A. V. Lithofacies variability of the Yarakta horizon as a complex result of geodynamic processes of tectonogenesis and sedimentogenesis. *Nauki o Zemle i nedropol'zovanie = Earth sciences and subsoil use*. 2022;45(2):152-161. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2022-45-2-152-161>.

Введение

Наиболее известные крупные месторождения нефти и газа на Сибирской платформе приурочены в основном к склонам антеклиз древнего заложения, обращенных в сторону сопряженных разновозрастных прогибов, служивших, по-видимому, источником генерации углеводородов. Такими антеклизмами являются Непско-Ботубинская и Байкитская [1–4]. Одним из самых распространенных продуктивных горизонтов на площади этих антеклиз служит ярактинский горизонт нижнемотской подсветы нижнего венда. В данной работе авторами проведен анализ литолого-фациальной обстановки формирования и причин изменчивости литологического состава отложений ярактинского горизонта, а также особенностей формирования и распределения в нем пород-коллекторов.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования были использованы данные результатов буровых и геофизических работ, а также материалы исследований ярактинского горизонта, опубликованных в открытой печати.

Результаты исследования и их обсуждение

Отложения ярактинского горизонта промышленно продуктивны на месторождениях юго-восточного склона и центральной части Непско-Ботубинской антеклизы, таких как Дулисьминское, Ярактинское, Аянское, Даниловское и другие. Породы-коллекторы ярак-

тинского горизонта, сформировавшиеся в начальный трансгрессивный этап вендского цикла осадконакопления, отличаются крайней литологической невыдержанностью, а также изменениями толщины от 5 до 30 м на Ярактинской и Аянской площадях и от 27 до 59 м на Дулисьминской площади [5–7].

Началом изучения ярактинского горизонта послужило открытие Ярактинского нефтегазоконденсатного месторождения в июне 1969 г., когда при испытании поисковой скважины № 5-СМ из интервала 2160–2150 м был получен приток нефти дебитом 1,5 м³/сут. Продуктивными являются терригенные отложения, выделенные в объеме от кровли фундамента до подошвы доломитов тирской свиты среднемотской подсветы под условным названием «ярактинская пачка», которые позже стали называться ярактинским горизонтом [8–10]. На этом уровне отложения нижнемотской подсветы промышленно продуктивны на целом ряде месторождений, например на Дулисьминском, Ярактинском, Аянском и других месторождениях, расположенных на юго-восточном склоне Непско-Ботубинской антеклизы и в ее центральной части [10].

Ярактинская базальная песчаная пачка нижнемотской подсветы венд-раннекембрийского возраста залегает со следами размыва на отложениях фундамента, что свидетельствует о перерыве в осадконакоплениях и значительном влиянии палеорельефа на процесс ее формирования [9, 10]. В нижней части разреза отчетливо наблюдается заполнение терригенными отложениями эрозионных форм рельефа фундамента (рис. 1).

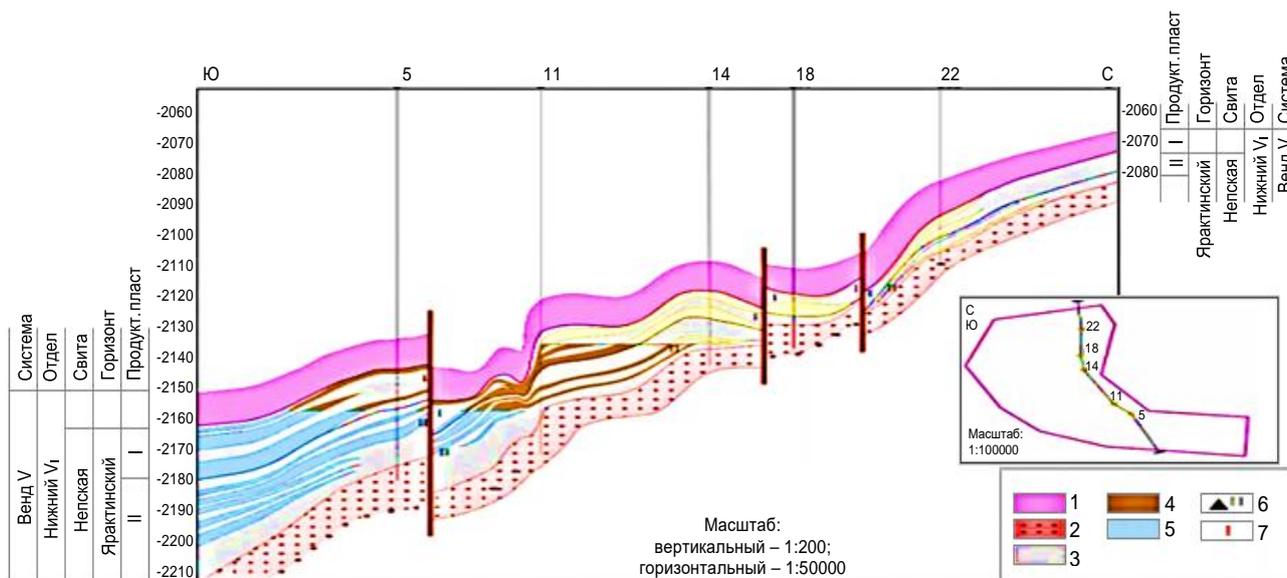


Рис. 1. Геологический разрез Ярактинского месторождения:

1 – глинисто-карбонатная покрывка; 2 – кристаллический фундамент; 3 – плотные породы;
4–5 – породы-коллекторы: 4 – нефтенасыщенные, 5 – водонасыщенные;
6 – скважины; 7 – разрывные нарушения

Fig. 1. Geological section of the Yarakta field

1 – clay-carbonate cover; 2 – crystalline basement; 3 – dense rocks;
4–5 – reservoir rocks: 4 – oil-saturated rocks, 5 – water-saturated rocks;
6 – wells; 7 – fractures

Проведенные рядом ученых исследования свидетельствуют о том, что к началу образования ярактинского горизонта на территории в геоморфологическом плане преобладала прибрежная равнина, временами заливавшаяся морем [7, 8]. Породы данной площади представлены фациями временных пролювиально-делювиальных потоков прибрежной равнины, сменявшимися прибрежными мелководными отложениями. Эти отложения с низкой степенью сортировки осадочного материала формировали линзовидные песчаные тела, вытянутые вдоль южного склона Непско-Ботуобинской антеклизы, которые по направлению к своду уменьшаются по мощности и часто выклиниваются [1, 2, 11]. Такая форма тел и степень сортировки осадков определили литологическую перемежаемость «коллектор – неколлектор» в теле будущего продуктивного ярактинского горизонта.

Сложен ярактинский горизонт двумя пластами песчаников, разделенными маломощным прослоем аргиллитов, трансгрессивно залегающих в основании подсолевого комплекса осадочного чехла Сибирской платформы (рис. 2).

Отложения ярактинского горизонта представлены закономерным чередованием терригенных (в большей степени) и карбонатных (в меньшей степени) пород, образующих циклические последовательности. Мощность отложений ярактинского горизонта в пределах месторождения непостоянна и изменяется от 8 до 43 м.

Верхний продуктивный пласт песчаников ярактинского горизонта по сравнению с нижним имеет более высокую степень отсортированности песчаного материала, меньшую глинистость отложений и характеризуется лучшими фильтрационно-емкостными свойствами. Тип коллектора в данном случае – поровый. Открытая пористость верхнего пласта в среднем составляет 10 %, максимальные ее значения лежат в диапазоне 16–19 %, проницаемость же равна 0,07–0,6 мкм². Эффективная толщина – 2,4–6,9 м. Отрицательно на фильтрационно-емкостные свойства пород влияют процессы засоления, местами ангидритизации, а также невыдержанность доли песчаников к общей толщине пласта.

Нижний пласт ярактинского горизонта представлен плохо отсортированными песча-

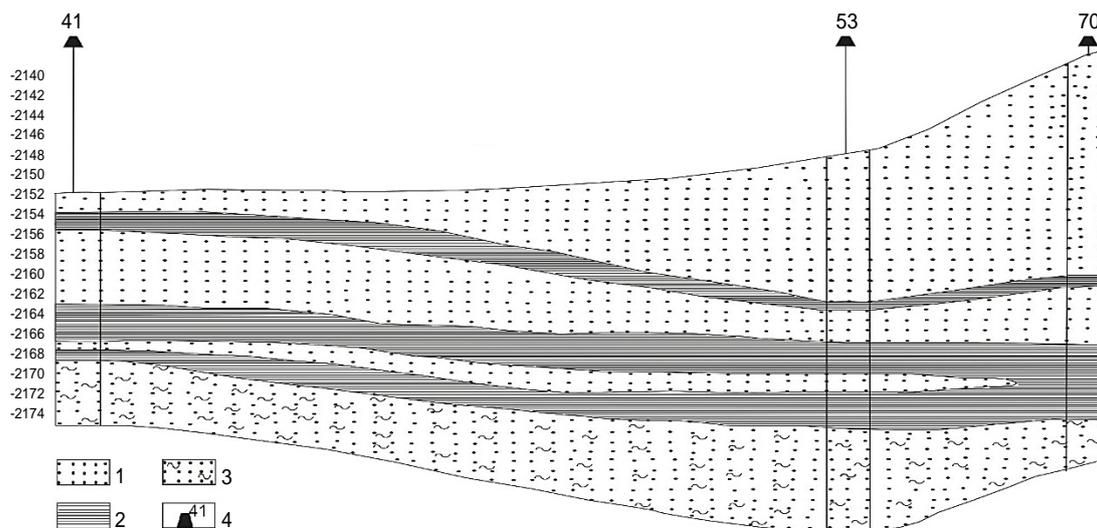


Рис. 2. Профильный геологический разрез ярактинского горизонта по линии скважин № 41-53-70 (архивные материалы ООО «Иркутская нефтяная компания»):

1 – песчаник; 2 – аргиллит; 3 – песчано-глинистые породы; 4 – скважина с номером

Fig. 2. Profile geological section of the Yarakta horizon along the line of wells no. 41-53-70 (archival materials of the Irkutsk Oil Company LLC):

1 – sandstone; 2 – mudstone; 3 – sandy and clay rocks; 4 – numbered well

никами, переслаивающимися с аргиллитами и алевролитами. Коллекторские свойства песчаников пласта невысоки. Открытая пористость проницаемых интервалов составляет в среднем 8 %, проницаемость – (6–8)–10–15 м².

Распределение продуктивной нефтегазонасности в пределах горизонта по площади месторождения определяется литологической перемежаемостью вмещающих отложений – распределением «коллектор – неколлектор».

Анализ геологической истории данных детально разбуренных месторождений с наиболее плотной сеткой разведочного горизонта «коллектор – неколлектор» диктуется определенной закономерностью, связанной с разломной тектоникой, обусловленной блоковой делимостью земной коры [1, 2].

Общий характер последовательности отложений, литологического состава и изменения толщин ярактинского горизонта иллюстрирует схема корреляции по скважинам месторождения (рис. 3). Более детальная характеристика такой последовательности наслоения (по глубине отбора керна) от грубозернистых пород неяснослоистых брекчий через песчаники с уменьшением гранулометрии состава до алевролитов и тонкозернистых доломитов представлена на рис. 4. Для отложений

ярактинского горизонта характерны пестроцветные и сероцветные гаммы окраски, определяемые окислительно-восстановительным потенциалом обстановок среды осадконакопления, а также минералогическим составом источников сноса.

Смена литологического состава пород и толщин ярактинского горизонта являлась следствием изменения характера колебательных движений, а его структурно-текстурные особенности определялись в основном динамикой водных потоков среды седиментации, которая зависела от палеорельефа подстилающей поверхности [9, 10, 12].

По сведениям В. М. Александрова и других авторов [9, 10, 12], как уже указывалось выше, в начале своего образования отложения ярактинского горизонта отлагались в условиях прибрежной равнины, временами заливавшейся морем, позднее же они стали формироваться временными пролювиально-делювиальными потоками с низкой степенью сортировки осадочного материала. Особенности формирования отложений отличаются высокой степенью литологической неоднородности, что отражается в характере разрезов по скважинам (см. рис. 2), а также в образцах керна по отдельной скважине, отобранных по глубине отбора (см. рис. 4) [13, 14].

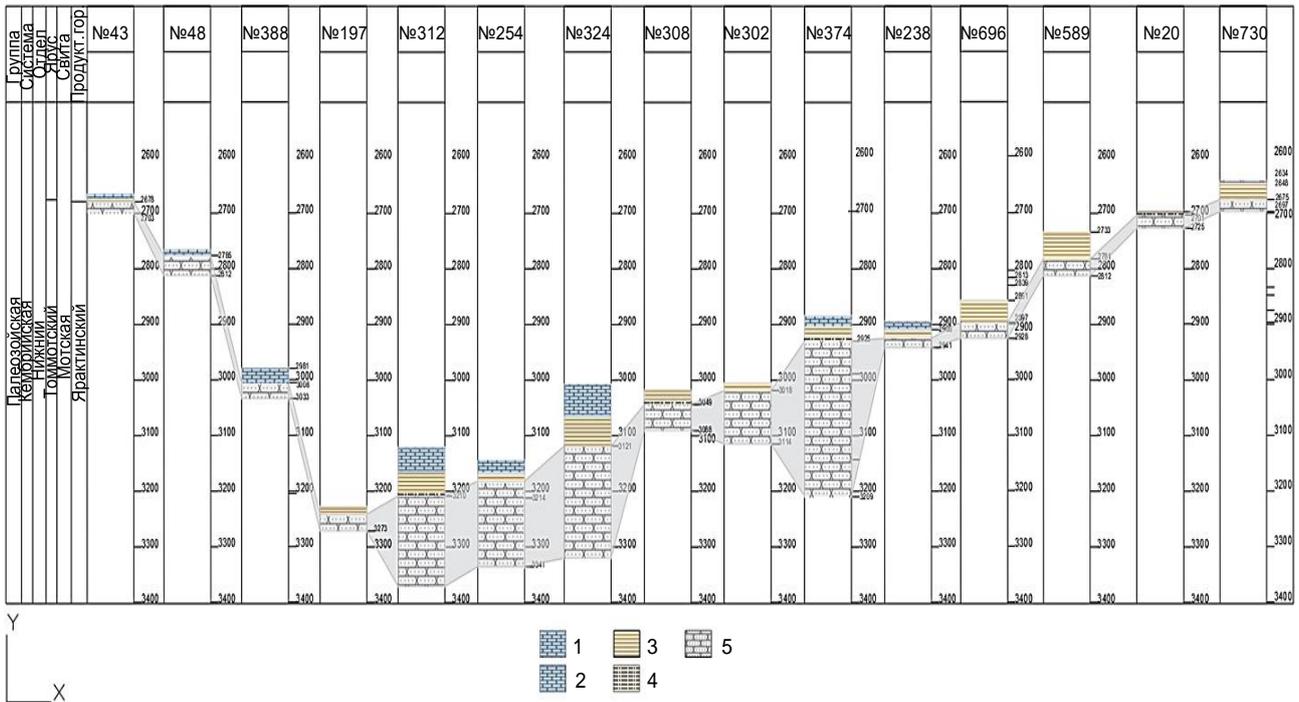


Рис. 3. Корреляция разрезов ярактинского горизонта по скважинам:
 1 – доломиты; 2 – доломиты, ангидриты; 3 – аргиллиты; 4 – алевролиты; 5 – песчаники
Fig. 3. Correlation of Yarakta horizon sections by wells:
 1 – dolomites; 2 – dolomites, anhydrites; 3 – mudstones; 4 – siltstones; 5 – sandstones

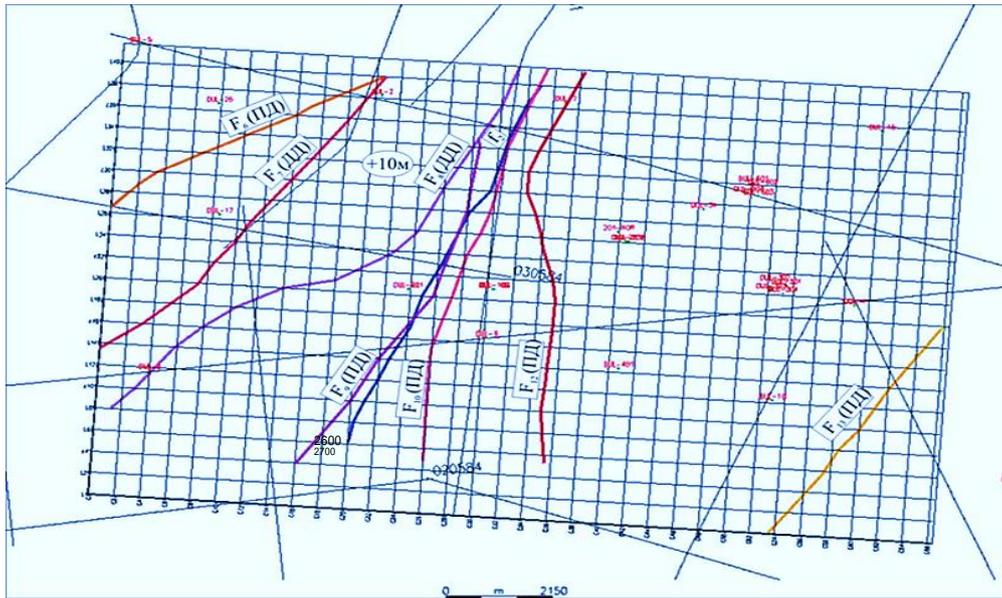


Рис. 4. Схема выявленных тектонических дислокаций:
 ПД – пlicative дислокации; ДД – дизъюнктивные дислокации
Fig. 4. Diagram of identified tectonic dislocations:
 ПД – plicative dislocations; ДД – disjunctive dislocations

Литологическая неоднородность в разрезах (по вертикали) и по простиранию (по латерали) определяется частым чередованием различных литотипов, подробно описанных в работе [14]: мелкообломочных гравелитов, гравелистых, крупнозернистых, среднезернистых, мелкозернистых песчаников, алевроли-

тов, разнозернистых аргиллитов и тонкозернистых доломитов (см. рис. 3). Значительные литофациальные изменения пород горизонта отмечаются как по простиранию, так и вкрест простирания моноклиналичного склона антеклизы [10, 15].

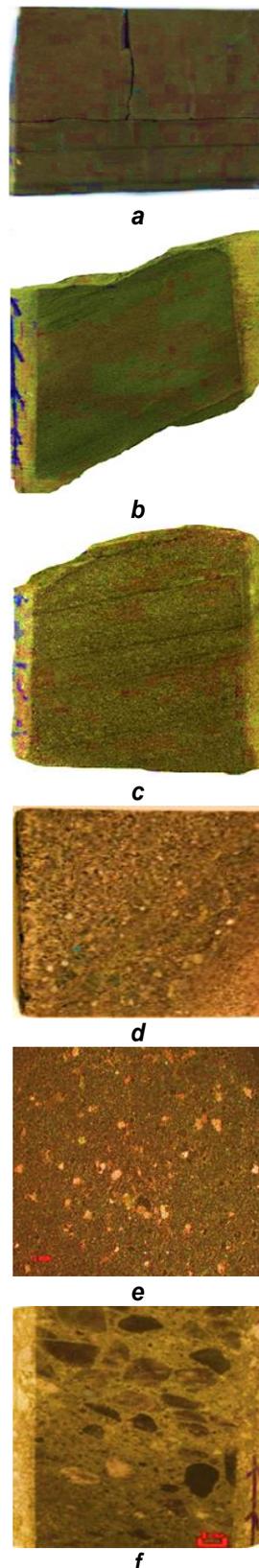


Рис. 5. Строение и состав пород ярактинского горизонта:

a – доломит микрокристаллический алевролитистый с неявно выраженной слоистой текстурой (глубина отбора – 2757,26 м); b – алевролит с наклоннослоистой текстурой оползания (глубина отбора – 2768,2 м); c – песчаник алевротовый с наклонно-волнистой текстурой (глубина отбора – 3484,09 м); d – песчаник разнозернистый с гравийной примесью косослоистый (глубина отбора – 3293,6 м); e – глинисто-карбонатная массивная порода (глубина отбора – 3475,43 м); f – брекчия с наклоннослоистой текстурой (глубина отбора – 3493,78 м)



Fig. 5. Structure and composition of Yarakta horizon rocks:

a – microcrystalline siltstone dolomite with an indistinctly expressed layered texture (sampling depth is 2757.26 m); b – siltstone with obliquely layered slip texture (sampling depth is 2768.2 m); c – silty sandstone with oblique-wavy texture (sampling depth is 3484.09 m); d – obliquely layered consertal sandstone with gravel admixture (sampling depth is 3293.6 m); e – clay-carbonate massive rock (sampling depth is 3475.43 m); f – breccia with obliquely layered texture (sampling depth is 3493.78 m)

Минеральный состав литотипов ярактинского горизонта, их распределение по разрезам разных масштабов играют важную роль при изучении условий осадконакопления [11, 16, 17]. Литолого-фациальная изменчивость отложений обусловлена сочетанием двух масштабных взаимосвязанных процессов – тектоногенеза и седиментогенеза, первый из которых достаточно убедительно отражается в представленных схемах по итогам геофизических исследований. В результате этих исследований установлено детальное трассирование возможных зон тектонических нарушений, позволяющих оценить влияние тектонического фактора на коллекторские свойства ярактинского горизонта и условия его распространения [18, 19] (см. рис. 4).

Анализ волнового поля дал основание для выделения тектонических дислокаций разных типов – пликативных и дизъюнктивных. Кроме того, было установлено, что дизъюнктивные дислокации характеризуются перемещением соседних блоков по разломам различного генезиса и масштаба, усложняющим основную слоистую структуры отложений.

Последнее указанное изменение, в свою очередь, вызвано сменой литолого-фациального состава отложений (по типу фациального замещения), толщин пластов и условий их залегания. Выявлено, что ярактинский горизонт имеет четко выраженное циклитовое строение, первопричиной которого служат тектонические дислокации (см. рис. 5).

Заключение

Таким образом, в результате проведенного исследования можно сделать вывод о том, что установленное циклическое строение разрезов разного масштаба и направленности, обусловленное тектоническими колебаниями, характером подстилающего рельефа и особенностями седиментогенеза, определяет литолого-фациальный состав ярактинского продуктивного горизонта с выявленной переменяемостью отложений «коллектор – неколлектор». Смена отложений с различными фильтрационно-емкостными свойствами «коллекторов – неколлекторов», в свою очередь, позволяет выявить при детальной разведке наиболее перспективные зоны нефтегазоаккумуляции.

Список источников

1. Арчegov В. Б., Нефедов Ю. В. Критерии уникальности месторождений нефти и газа и факторы регионального контроля их формирования и размещения в древних комплексах Сибирской платформы // Высокие технологии в современной науке и технике: материалы VI Междунар. науч.-техн. конф. Томск, 2017. С. 231–232.
2. Жарков А. М., Ануприенко А. А. Влияние блоковых перемещений фундамента на строение и нефтегазоносность базальных отложений осадочного чехла // Блоковое строение земной коры и нефтегазоносность: докл. Междунар. конф. СПб., 1994. С. 73–76.
3. Вахромеев А. Г., Сверкунов С. А., Иванишин В. М., Разяпов Р. К., Данилова Е. М. Геодинамические аспекты исследования сложных горно-геологических условий бурения древнейших карбонатных резервуаров нефти и газа рифея: обзор проблемы на примере месторождений Байкитской нефтегазоносной области // Геодинамика и тектонофизика. 2017. Т. 8. № 4. С. 903–921. <https://doi.org/10.5800/GT-2017-8-4-0323>.
4. Вахромеев А. Г., Иванишин В. М., Сверкунов С. А., Поляков В. Н., Разяпов Р. К. Глубокая скважина как стенд гидравлических «on-line» исследований напряженного состояния горного массива флюидонасыщенных трещинных коллекторов // Геодинамика и тектонофизика. 2019. Т. 10. № 3. С. 761–778. <https://doi.org/10.5800/GT-2019-10-3-0440>.
5. Золотов А. Н., Проничева М. В., Зиновьев А. А., Савинова Г. Н., Такаев Ю. Г. Арутюнов С. Л. Палеогеоморфологические исследования при нефтегазопоисковых работах на Сибирской платформе // Геология нефти и газа. 1983. № 7. С. 3–6.
6. Золотов А. Н., Тыщенко Л. Ф. Строение и нефтегазоносность подсольевых отложений Приленского района Сибирской платформы // Геология нефти и газа. 1972. № 10. С. 8–12.
7. Данилкин С. М. О баровом теле Марковской и Ярактинской зон нефтегазоаккумуляции // Геология



нефти и газа. 1980. № 6. С. 14–20.

8. Железнова А. П., Сидоренко А. С. Палеогеографические реконструкции при поисках литологических залежей нефти и газа на северо-востоке Иркутского амфитеатра // Нефтегазовая геология и геофизика. 1977. № 1. С. 10–15.

9. Шемин Г. Г. Геология и перспективы нефтегазодности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботуобинская, Байкитская антеклизы и Катангская седловина): монография. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 467 с.

10. Мельников Н. В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (стратиграфия, история развития). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 148 с.

11. Shulga V. V. Non-traditional hydrocarbon deposits // IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 408. P. 012063. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/408/1/012063>.

12. Александров В. М., Белкина В. А., Казанская Д. А. Концептуальная геологическая модель продуктивных отложений ярактинского горизонта // Территория «Нефтегаз». 2016. № 6. С. 30–39.

13. Казанская Д. А., Александров В. М., Белкина В. А. Моделирование геологического строения продуктивных отложений ярактинского горизонта // Территория «Нефтегаз». 2016. № 9. С. 54–60.

14. Савинкин П. Т., Кузнецов В. Г., Илюхин Л. Н., Тихомирова Г. И. Фациально-палеогеоморфологиче-

ская обстановка формирования ярактинского горизонта юго-восточной части Непско-Ботуобинской антеклизы // Геология нефти и газа. 1991. № 12. С. 8–11.

15. Постникова О. В., Соловьева Л. В., Тихомирова Г. И. Строение аллювиально-пролювиальных природных резервуаров нижнего венда южного склона Непско-Чонского мегасвода Сибирской платформы // Нефтяное хозяйство. 2008. № 2. С. 24–27.

16. Rapatskaya L. A., Tonkikh M. E., Ustyuzhanin A. O. Natural reservoir as a geological body for storing helium reserves // IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 408. P. 012060. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/408/1/012060>.

17. Коновальцева Е. С. Литологические особенности и условия осадконакопления базальных отложений венда склонов Непско-Ботуобинской и Байкитской антеклиз // Концептуальные проблемы литологических исследований в России: материалы VI Всерос. литолог. совещ. Казан, 2011. С. 388–391.

18. Постникова О. В., Постников А. В., Коновальцева Е. С., Топорков В. Г., Савченко С. И. Вторичные процессы в породах-коллекторах ярактинского горизонта юго-восточного склона Непско-Ботуобинской антеклизы // Литология и полезные ископаемые. 2011. № 5. С. 505–509.

19. Тугарина М. А. Гидрогеологические особенности разломных зон юга Восточной Сибири // Проблемы сейсмологии в Узбекистане. № 7. Ташкент: Изд-во ИС АН РУз, 2010. С. 180–184.

References

1. Archegov V. B., Nefedov Yu. V. Uniqueness criteria of oil and gas fields and regional control factors of their formation and location in ancient complexes of the Siberian platform. In: *Vysokie tekhnologii v sovremennoi nauke i tekhnike: materialy VI Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. = High technologies in modern science and engineering: proceedings of the 6th International scientific and technical conference*. Tomsk; 2017, p. 231–232. (In Russ.).

2. Zharkov A. M., Anuprienko A. A. Influence of basement block movements on the structure and oil and gas content of basal formations of the sedimentary cover. In: *Blokovoe stroenie zemnoi kory i neftegazonosnost': dokl. Mezhdunar. konf. = Block structure of the earth's crust and oil and gas content: reports of the International conference*. Saint Petersburg; 1994, p. 73–76. (In Russ.).

3. Vakhromeev A. G., Sverkunov S. A., Ivanishin V. M., Razyapov R. K., Danilova E. V. Geodynamic aspects in the study of complex mining and geological conditions for drilling into oil-and-gas reservoirs in the Riphean carbonate rocks: an overview of the problem as exemplified by the deposits in the Baikit petroliferous district. *Geodinamika i tektonofizika = Geodynamics & Tectonophysics*. 2017;8(4):903-921. (In Russ.). <https://doi.org/10.5800/GT-2017-8-4-0323>.

4. Vakhromeev A. G., Ivanishin V. M., Sverkunov S. A., Polyakov V. N., Razyapov R. K. Deep well as a facility for on-line hydraulic studies of the stress state of the rock mass in fluid-saturated fractured reservoirs. *Geodinamika*

i tektonofizika = Geodynamics & Tectonophysics. 2019; 10(3):761-778. (In Russ.). <https://doi.org/10.5800/GT-2019-10-3-0440>.

5. Zolotov A. N., Pronicheva M. V., Zinov'ev A. A., Savinova G. N., Takaev Yu. G. Arutyunov S. L. Paleogeomorphological studies under oil and gas exploration on the Siberian platform. *Geologiya nefiti i gaza = Russian Oil and Gas Geology*. 1983;7:3-6. (In Russ.).

6. Zolotov A. N., Tyshchenko L. F. Structure and oil and gas content of subsalt deposits of the Prilensky district of the Siberian platform. *Geologiya nefiti i gaza = Russian Oil and Gas Geology*. 1972;10:8-12. (In Russ.).

7. Danilkin S. M. On the bar body of Markovskaya and Yarakinskaya zones of oil and gas accumulation. *Geologiya nefiti i gaza = Russian Oil and Gas Geology*. 1980;6:14-20. (In Russ.).

8. Zheleznova A. P., Sidorenko A. S. Paleogeographic reconstructions in the search for lithological oil and gas deposits in the northeast of the Irkutsk amphitheater. *Neftegazovaya geologiya i geofizika*. 1977;1:10-15. (In Russ.).

9. Shemin G. G. Geology and petroleum potential of Vendian and Lower Cambrian deposits in the central areas of the Siberian platform (Nepa – Botuoba antecline, Baykit-skaya antecline and Katanga saddle). Novosibirsk: Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 2007. 467 p. (In Russ.).

10. Mel'nikov N. V. Vendian-Cambrian saline basin of the Siberian platform (stratigraphy, evolution history).



Novosibirsk: Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 2009. 148 p. (In Russ.).

11. Shulga V. V. Non-traditional hydrocarbon deposits. *IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science*. 2020;408:012063. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/408/1/012063>.

12. Alexandrov V. M., Belkina V. A., Kazanskaya D. A. Conceptual geological model of Yarakta horizon production deposits. *Territorija "Neftegaz" = Oil and Gas Territory*. 2016;6:30-39. (In Russ.).

13. Kazanskaya D. A., Alexandrov V. M., Belkina V. A. Simulation of the productive deposits geological structure in Yarakta horizon. *Territorija "Neftegaz" = Oil and Gas Territory*. 2016;9:54-60. (In Russ.).

14. Savinkin P. T., Kuznetsov V. G., Ilyukhin L. N., Tikhomirova G. I. Facial paleo-geomorphological setting of Yarakta horizon formation in the south-eastern part of the Nepa-Botuoba anticline. *Geologiya nefti i gaza = Russian Oil and Gas Geology*. 1991;12:8-11. (In Russ.).

15. Postnikova O. V., Solovjeva L. V., Tikhomirova G. I. Morphology of alluvial-proluvial natural reservoirs of Lower Vendian of southern slope of Nepsko-Chonskiy megachron of the Siberian platform. *Neftyanoe khozyaistvo*. 2008;2:24-27. (In Russ.).

16. Rapatskaya L. A., Tonkikh M. E., Ustyuzhanin A. O. Natural reservoir as a geological body for storing helium reserves. *IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science*. 2020;408:012060. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/408/1/012060>.

17. Konoval'tseva E. S. Lithological features and sedimentation conditions of Vendian slopes basal deposits of the Nepa – Botuoba and Baykitskaya anticlines. In: *Kontseptual'nye problemy litologicheskikh issledovaniy v Rossii: materialy VI Vseros. litolog. soveshch. = Conceptual problems of lithological researches in Russia: materials of the 6th All-Russian lithological meeting*. Kazan; 2011, p. 388–391. (In Russ.).

18. Postnikova O. V., Postnikov A. V., Konoval'tseva E. S., Toporkov V. G., Savchenko S. I. Secondary processes in reservoir rocks of the Yarakta horizon on the southeastern slope of the Nepa-Botuoba anticline. *Litologiya i poleznye iskopaemye*. 2011;5:505-509. (In Russ.).

19. Tugarina M. A. Hydrogeological features of fault zones in the south of Eastern Siberia. *Problemy seismologii v Uzbekistane = The problems of seismology in Uzbekistan*. Iss. 7. Tashkent: Seismology Institute of the Academy of sciences of the Republic of Tajikistan; 2010, p. 180–184. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors



Рапацкая Лариса Александровна,

кандидат геолого-минералогических наук, доцент,
профессор кафедры прикладной геологии,
геофизики и геоинформационных систем,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Россия,
raplarisa@yandex.ru.

Larisa A. Rapatskaya,

Cand. Sci. (Geol. & Mineral.), Associate Professor,
Professor of the Department of Applied Geology,
Geophysics and Geoinformation Systems,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russia,
raplarisa@yandex.ru.



Карпиков Александр Владимирович,

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры нефтегазового дела,
Институт недропользования,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Россия,
karpikov@istu.edu.

Alexander V. Karpikov,

Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor of the Oil and Gas Engineering Department,
Institute of Subsoil Use,
Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russia,
karpikov@istu.edu.



Вклад авторов / Contribution of the authors

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interests.

*Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.
The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.*

Информация о статье / Information about the article

Статья поступила в редакцию 16.02.2022; одобрена после рецензирования 01.04.2022; принята к публикации 04.05.2022.

The article was submitted 16.02.2022; approved after reviewing 01.04.2022; accepted for publication 04.05.2022.