

DOI: 10.17353/2070-5379/17_2023

УДК 551.762.2:552.578.061.4(571.1)

Бородкин В.Н.

Западно-Сибирский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН; Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Смирнов О.А.

ООО «ИНГЕОСЕРВИС», Тюмень, Россия, info@ingeos.info

Тепляков А.А., Ширяев А.А.

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг», «КогалымНИПИнефть», Тюмень, Россия

Шиманский В.В.

Санкт-Петербургский филиал ФГБУ «ВНИГНИ», Санкт-Петербург, Россия, spf@vnigni.ru

СЕДИМЕНТАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СРЕДНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ С ЦЕЛЬЮ ПОСТРОЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Для интервала среднеюрских отложений, включающих пласты группы Ю₂ и Ю₃, характеризующихся аномально высокими пластовыми давлениями, представлена седиментологическая модель, выполнено ранжирование условий осадконакопления по циклам седиментации с выделением русловых фаций. Последние, по данным атрибутного анализа, прослежены в пределах района исследований, обладают улучшенными коллекторскими свойствами, аномально высокими пластовыми давлениями и высокой продуктивностью.

Ключевые слова: *среднеюрские отложения, седиментационный анализ, русловые фации, аномально высокие пластовые давления, Западная Сибирь.*

Введение

Район исследований расположен к западу, северо-западу от Уренгойского мегавала и включает ряд площадей, входящих в состав Песцового вала (Западно-Песцовая, Песцовая и Ен-Яхинская) и Нерутинской впадины (Падинская, Восточно-Падинская и Южно-Песцовая) (рис. 1).

Объектом исследования являются пласты группы Ю₂, Ю₃ тюменской свиты средней юры, в разрезе которых выявлены залежи углеводородов (УВ) с аномально высокими пластовыми давлениями (АВПД) [Смирнов и др., 2023], при этом доминирующую роль в структуре запасов занимает пласт Ю₂, на который приходится 2/3 запасов всех открытых залежей УВ (см. рис. 1).

Основную информацию о продуктивной части разреза тюменской свиты дают промыслово-геофизические исследования скважин (ГИС), поэтому при стратификации разреза использовались материалы ГИС в комплексе с керном, результатами опробования и сейсморазведочными данными.

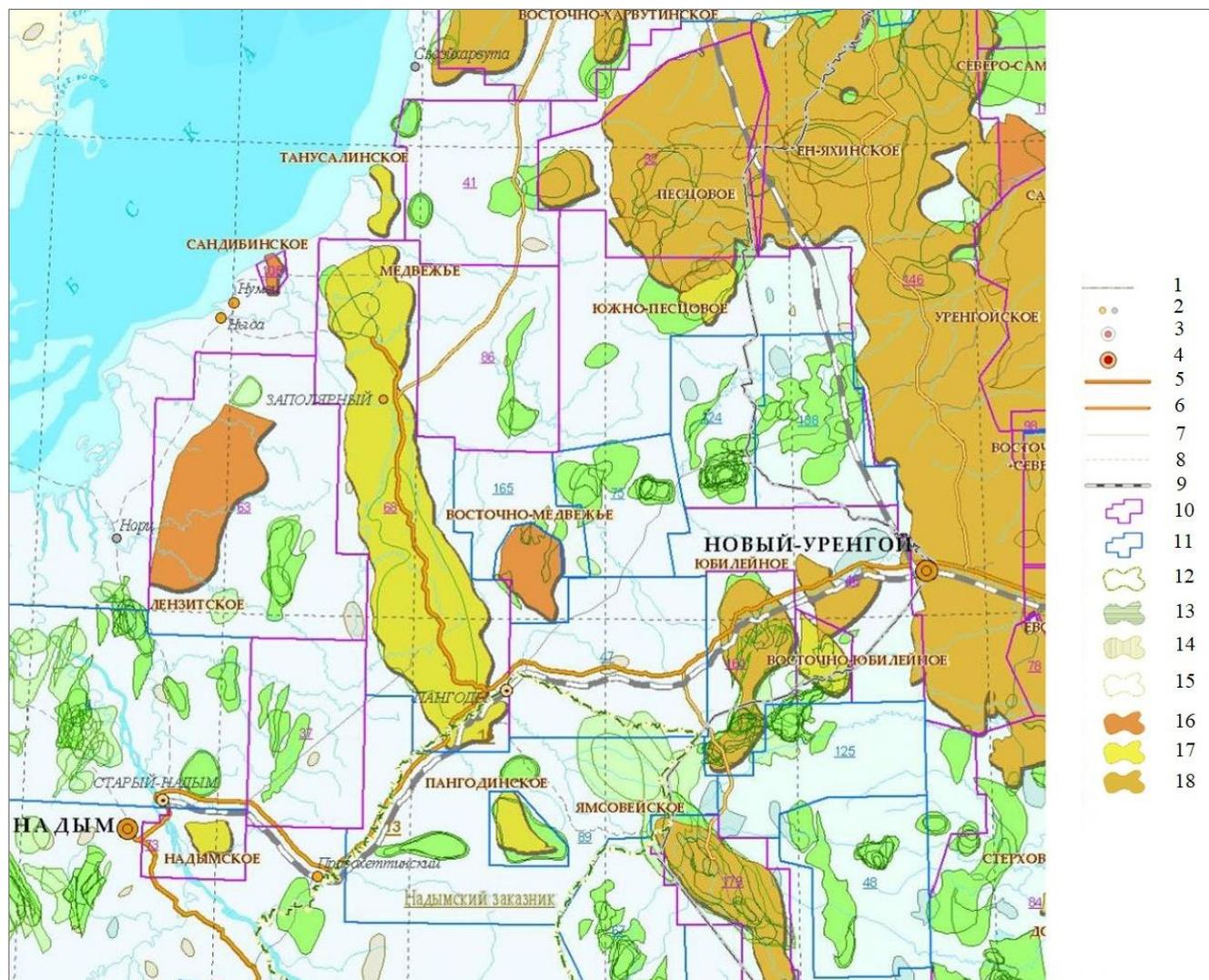


Рис. 1. Обзорная карта района исследований (фрагмент карты недропользования СибНАЦ)

1 - границы административных районов; 2 - населенные пункты; 3 - города; 4 - административные центры; автодороги: 5 - с ус. покрытием, 6 - с покрытием, 7 - без покрытия; 8 - автотрассы; 9 - железные дороги; 10 - лицензионные участки НР, НЭ; 11 - лицензионные участки НП; 12 - заповедники, заказники; ловушки: 13 - с оценкой ресурсов D_0 , 14 - с оценкой ресурсов D_l , 15 - подготовленные, выявленные (неоцененные); месторождения углеводородов: 16 - нефтяные, 17 - газовые, 18 - нефтегазоконденсатные.

Учитывая высокую расчленённость и литологическую изменчивость разреза, при межскважинной корреляции соблюдался принцип выделения относительно выдержанной мощности, а также сходства облика ГИС [Курчиков, Бородкин, 2015].

Наиболее уверенной границей является зона пласта Ю₂ (отражающий сейсмический горизонт ОГ Т), который использовался в качестве маркирующего горизонта [Курчиков, Бородкин, 2015].

Седиментационный анализ среднеюрских отложений

Проблеме изучения седиментационных процессов посвящены исследования ведущих российских и зарубежных ученых ([Конторович и др., 2014; Карогодин и др., 1988; Ботвинкина, 1965; Хафизов, Шиманский, 2002; Belonin et al., 2003; Шиманский и др., 1998; Селли, 1981; Vouma, 1962; Stou, Lowell, 1978] и т.д.).

В статье для детализации анализа рассмотрен керн скважин: 1 Восточно-Падинская, 213 Песцовая и 10 Южно-Песцовая. Установлено, что в скважинах на рассматриваемых площадях выявлены интенсивные биотурбационные текстуры (рис. 2, 3), нарушенные ходами бентоносных организмов: многочисленные ихнофоссилии *Phycosiphon*, *Chondrites*, *Teichichnus*, *Planolites*, *Schaubcylindrichnus* и другие. Такое разнообразие следов жизнедеятельности организмов чаще всего свидетельствует о прибрежно-морских условиях формирования отложений.

Основными вмещающими породами являются аргиллиты, алевролиты и песчаники с различными видами косой, косоволнистой и волнистой слоистостью. Отмечается комбинированная рябь волнения и течения. Подобная слоистость указывает на относительно высокую волновую энергию и энергию потоков в прибрежной части бассейна. В песчано-алевритовых породах присутствует мелкий растительный детрит, а также остатки тонких углефицированных корешков. По всему разрезу в породах присутствуют аутигенные минералы, представленные пиритом и сидеритом, как в виде небольших стяжений, так и в виде концентраций зерен.

Таким образом, терригенные породы среднеюрского возраста, содержащие обильные и разнообразные ихнофоссилии, позволили предварительно создать концептуальную модель условий седиментации.

На рис. 4 приведена седиментологическая модель верхней части отложений тюменской свиты, укладываемой в рамки фациальной неоднородности как по вертикали, так и по горизонтали.

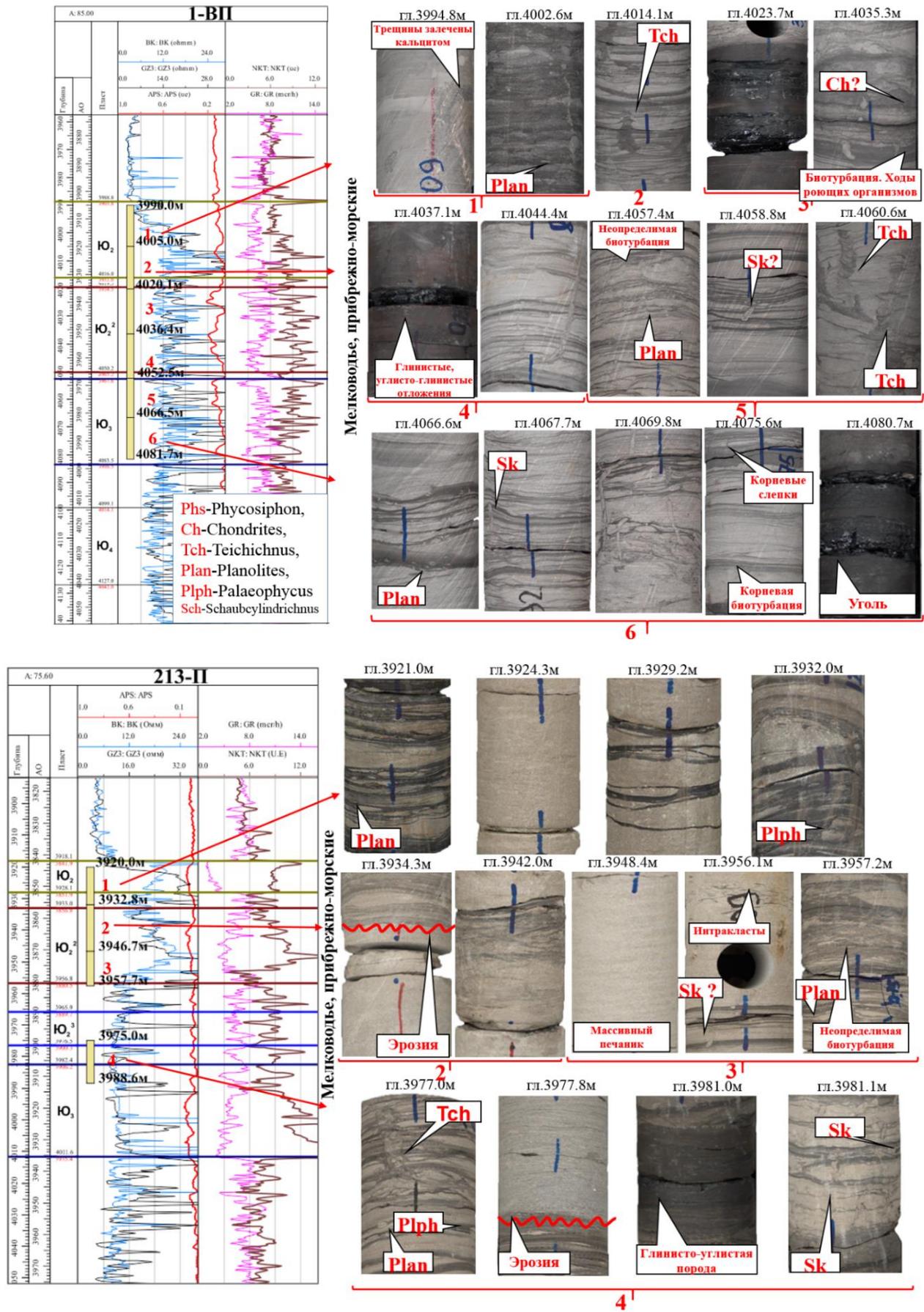


Рис. 2. Пример диагностических признаков условий осадконакопления тюменской свиты в скважинах 1 Восточно-Падинской и 213 Песцовой площадей

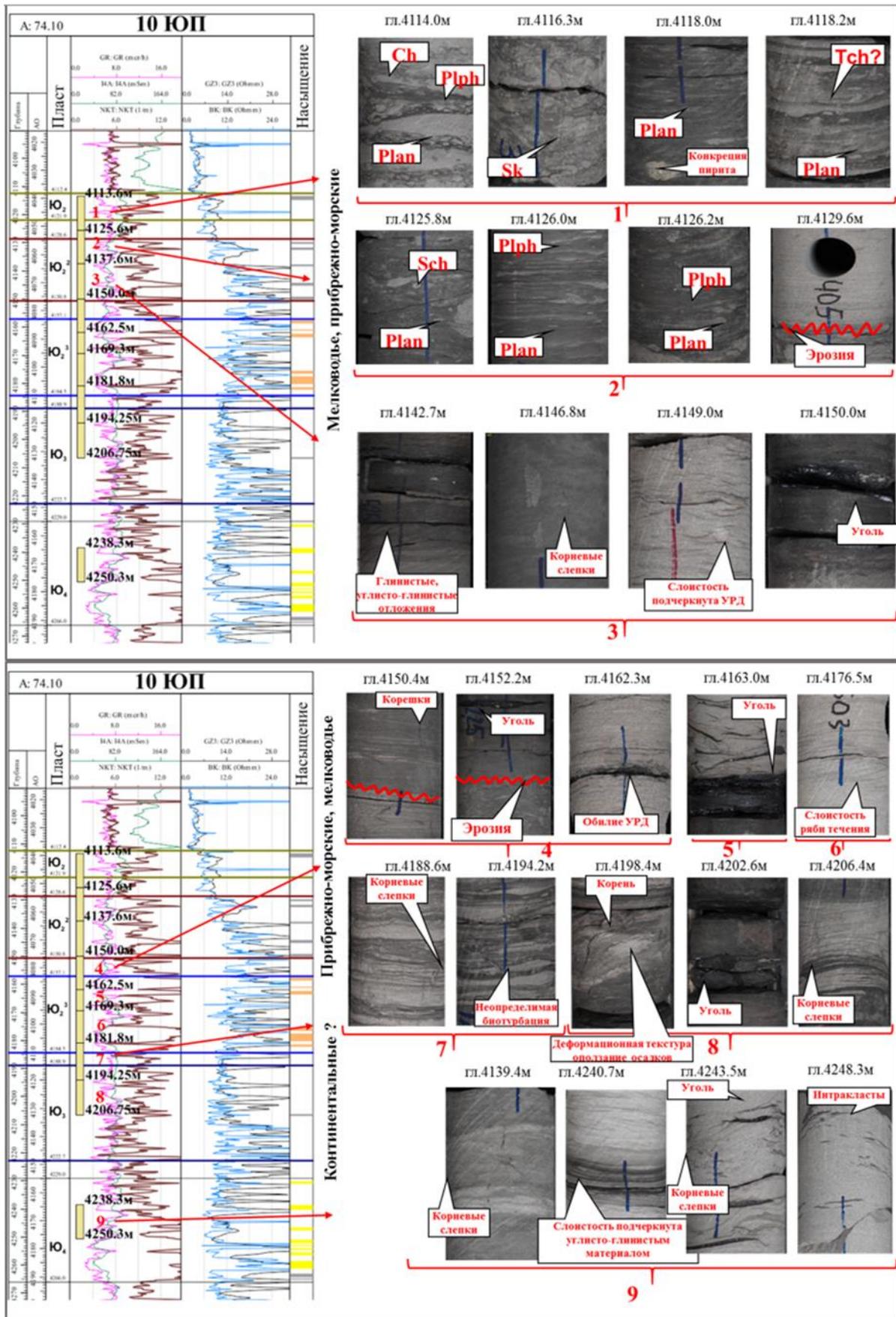


Рис. 3. Диагностические признаки условий осадконакопления тюменской свиты в скв. 10 Южно-Песцовой площади

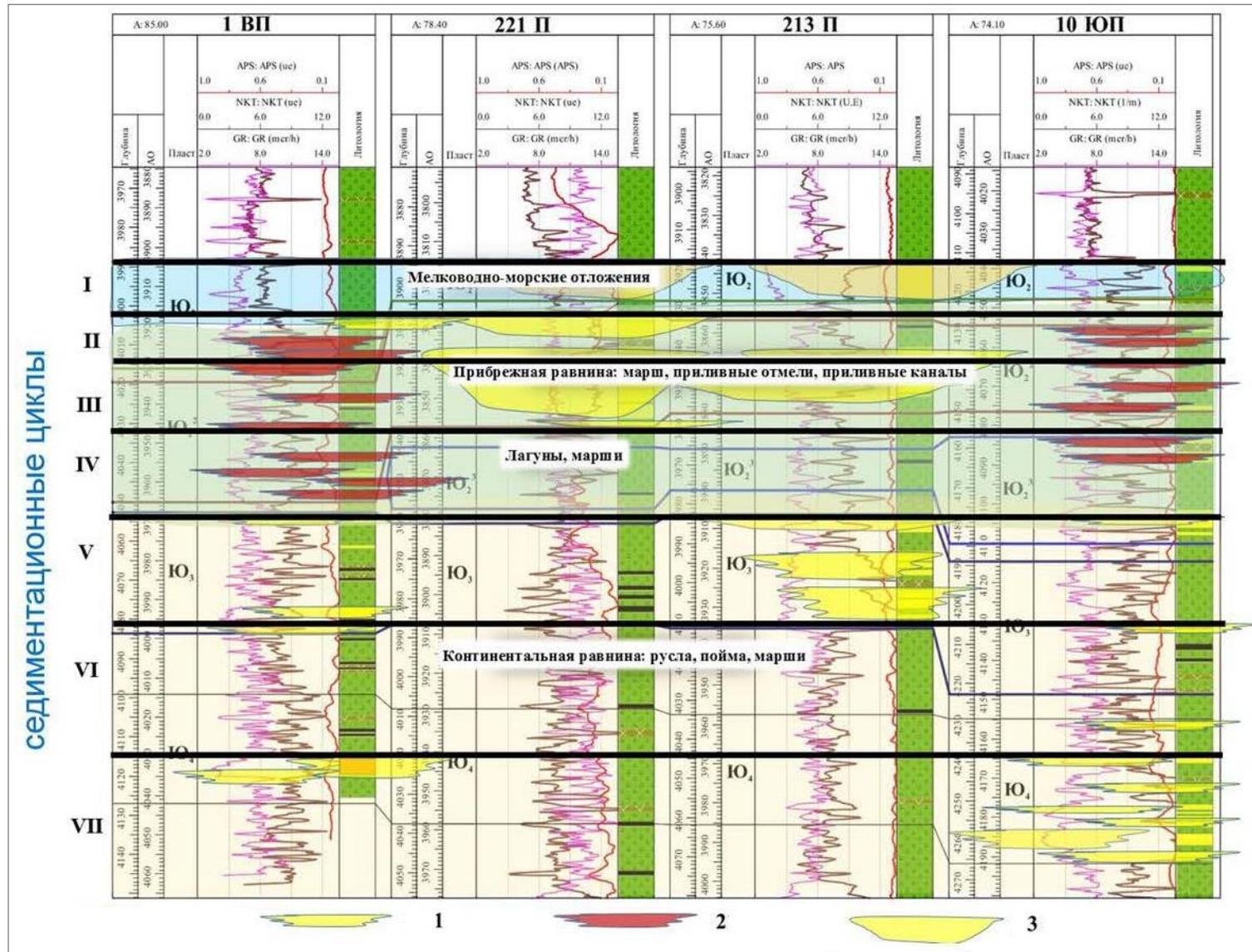


Рис. 4. Седиментологическая модель отложений тюменской свиты

1 - континентальные русла, 2 - приливные каналы, 3 - русла прибрежной равнины.

Также проведено ранжирование условий осадконакопления по циклам седиментации (рис. 5), где наблюдаются коллекторы высокого качества покровного распространения, с высокой песчаностью, с фациями прибрежно-морской равнины (см. рис. 4), к которым можно отнести циклы I и II.

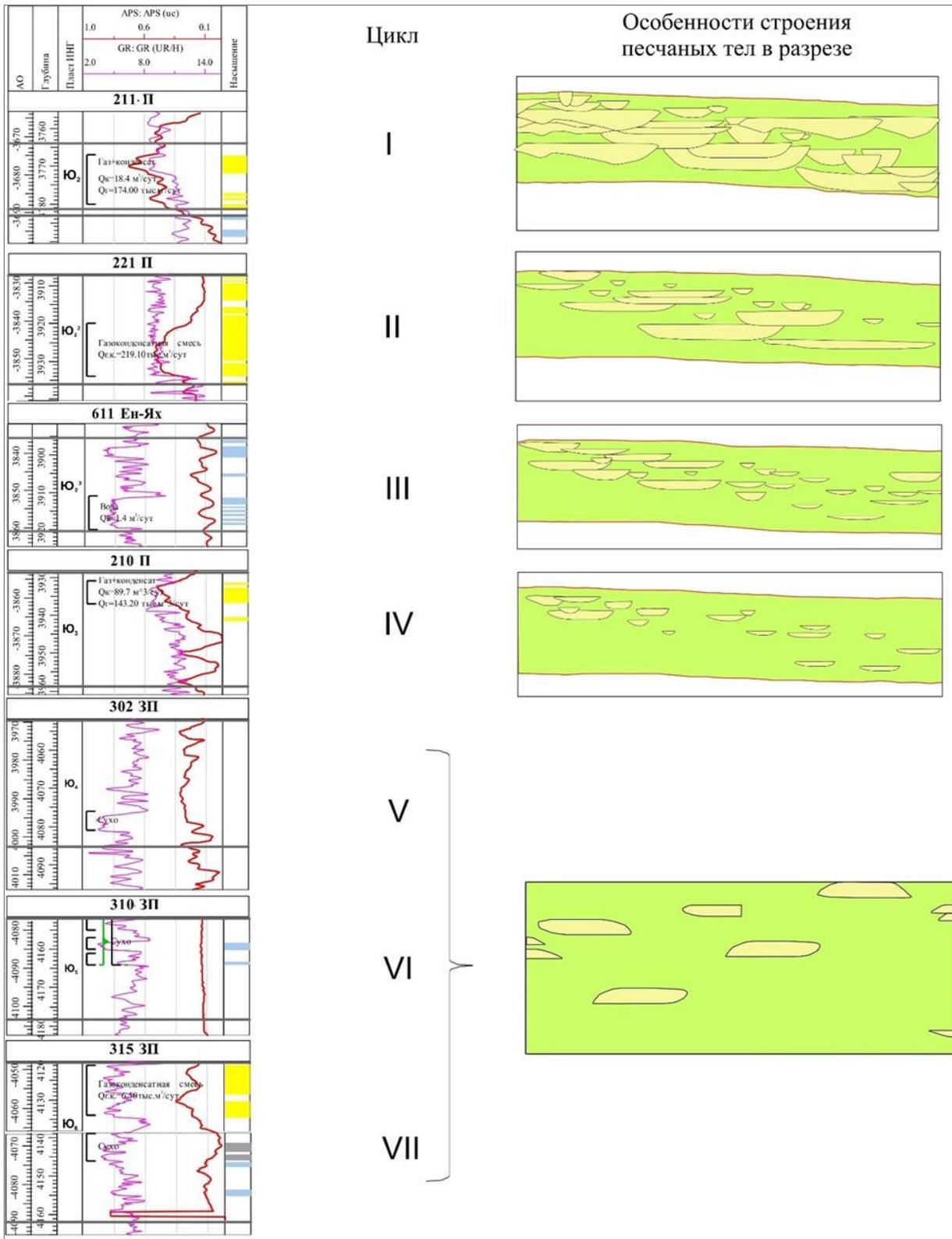


Рис. 5. Ранжирование условий осадконакопления по циклам седиментации

Остальные циклы не выдержаны по латерали, имеют сложную пространственную конфигурацию и неоднородны по латерали и вертикали за счет многочисленных зон глинизации.

Атрибутный анализ в интервале юрских отложений выполнен по множеству атрибутов в различных временных окнах для каждого пласта. В результате динамического анализа зафиксированы аномалии, которые лучше всего выделяются на карте среднеквадратичных амплитуд (рис. 6).

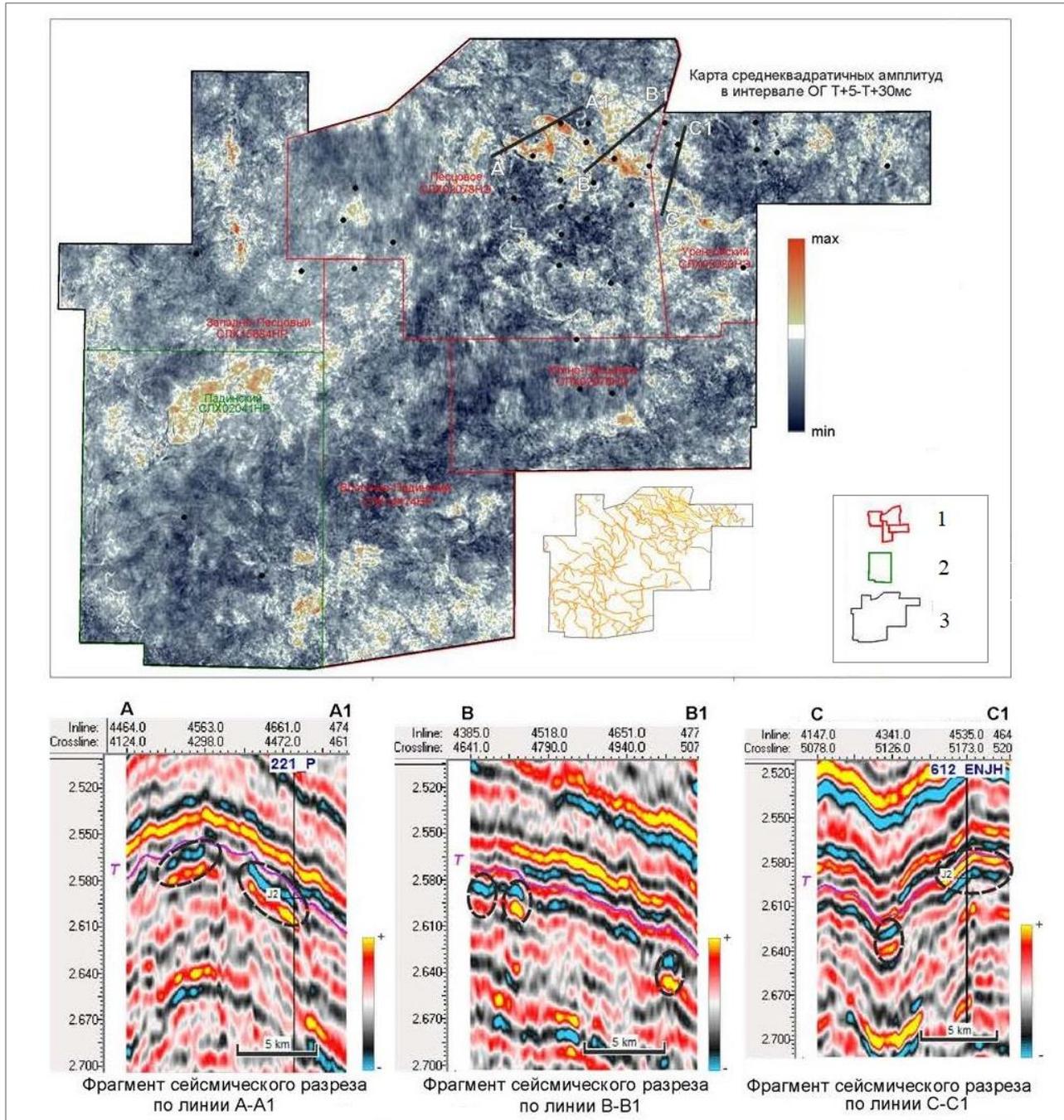


Рис. 6. Выделение палеорусел на сейсмических разрезах, пласт Ю₂

Лицензионные участки: 1 - ООО «Газпром добыча Уренгой», 2 - ООО «Газпром добыча Надым»; 3 - контур участка работ.

Подавляющее большинство аномальных зон сейсмической записи приурочено к повсеместно прослеживаемым контурам фаций каналов прибрежной равнины (рис. 7, 8), при этом видно, как два крупных палеоруслу на северо-северо-востоке имеют сквозное распространение по времени вверх до пласта Ю₂. Следует отметить, что по всем пластам (Ю₂-Ю₅) наиболее крупные и ярко выраженные палеоканалы сосредоточены на северо-северо-востоке района исследований (рис. 9).

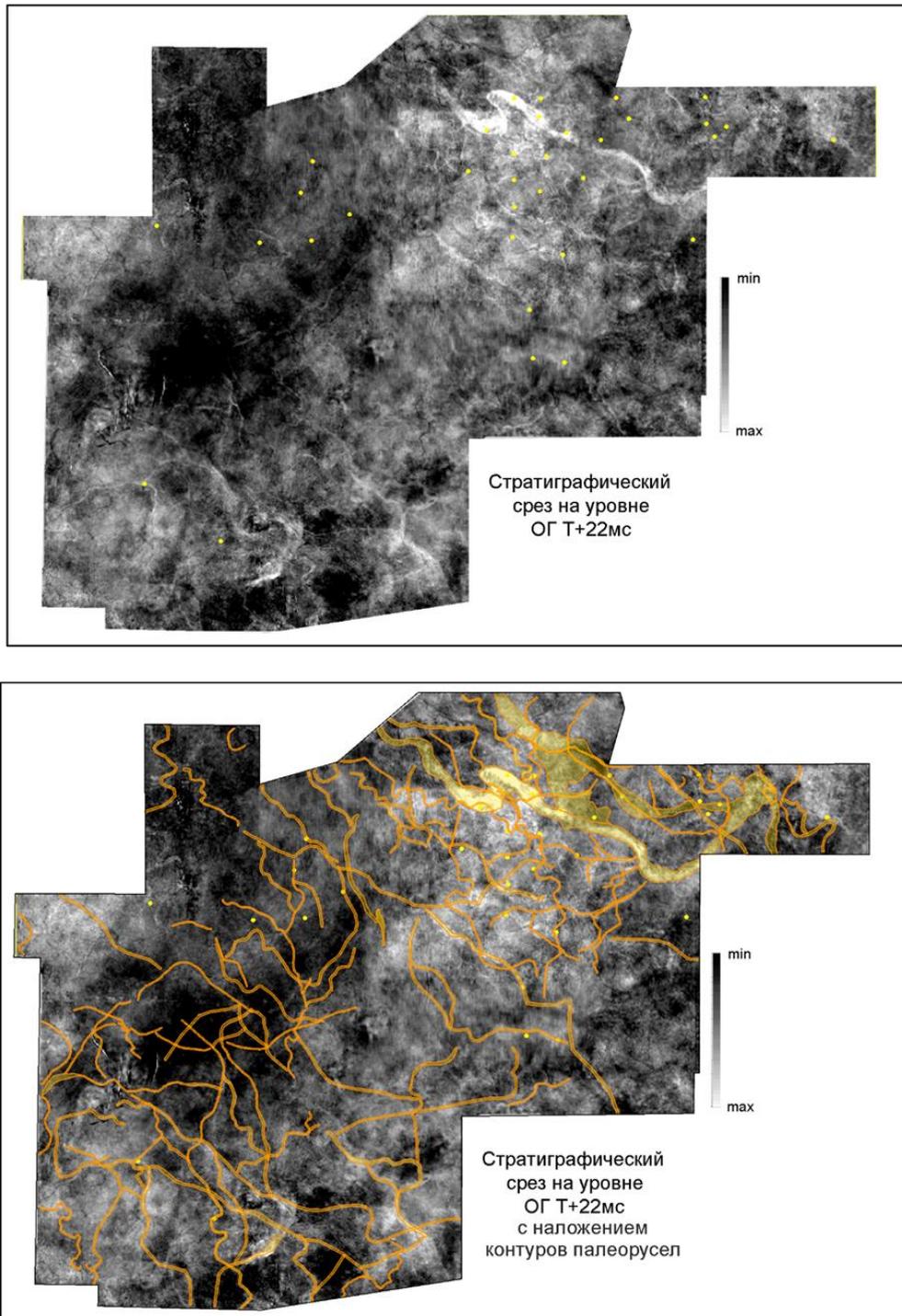


Рис. 7. Выделение палеорусел на атрибутах, пласт Ю₂

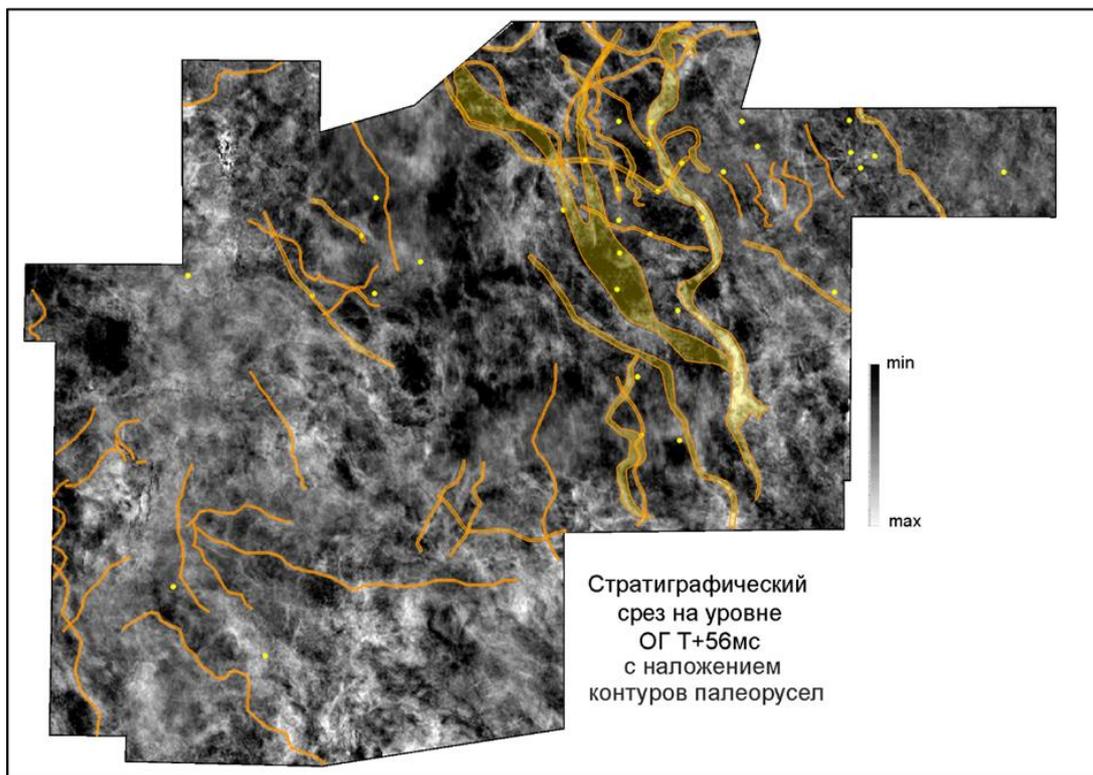
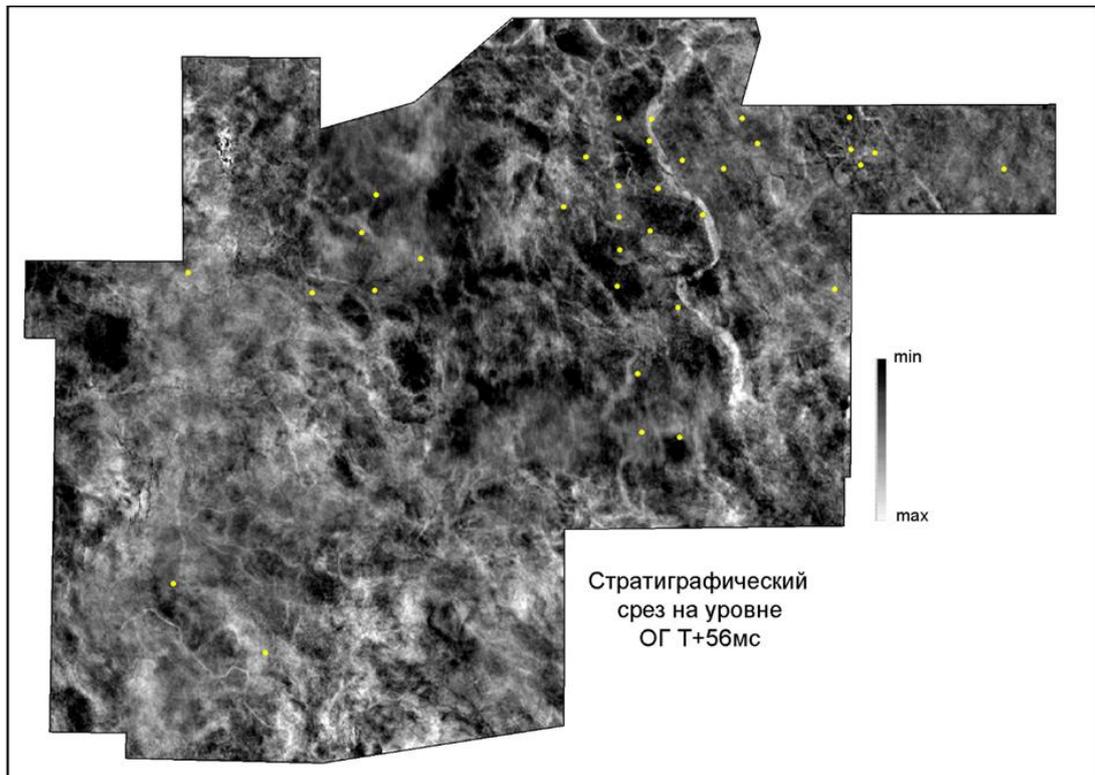


Рис. 8. Выделение палеорусел на атрибутах, пласт Ю₃

По результатам сейсморазведочных работ 3D, к юго-востоку от района исследований, в пределах северной периклинали Уренгойского мегавала, прослежено продолжение части русловых фаций южнее (рис. 10) [Бородкин и др., 2016].

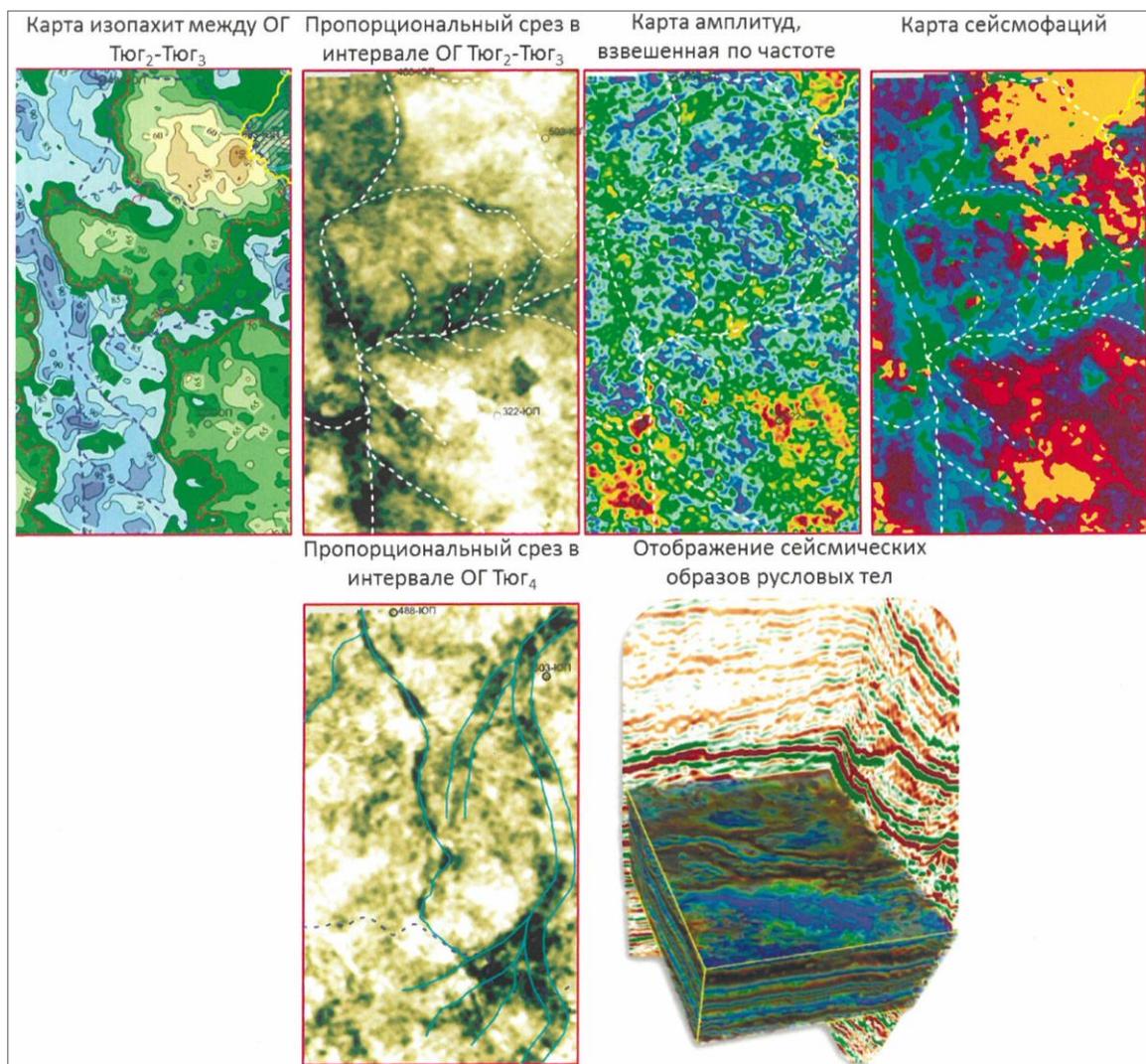


Рис. 10. Сейсмогеологическая характеристика пластов Ю₂₋₃ и Ю₄ [Бородкин и др., 2016]

Именно из пласта Ю₂, связанного с одним из русел, в скв. 208 Песцовой площади получен аварийный фонтан газоконденсата с дебитом газа около 1,0 млн м³/сут. Объект литологического типа характеризуется АВПД с коэффициентом аномальности пластового давления (Ка) около 2,0.

Таким образом, как отмечалось ранее [Смирнов и др., 2023)], максимальные дебиты УВ в среднеюрских отложениях района исследований прогнозируются при сочетании двух факторов: первичного – наличие АВПД с Ка от 1,9 и выше, и вторичного – высоких начальных фильтрационно-ёмкостных свойств в отложениях руслового генезиса.

Литература

Бородкин В.Н., Курчиков А.Р., Недосекин А.С., Смирнов О.А., Лукашов А.В., Мартынова Е.В. Геологическое строение и оценка перспектив нефтегазоносности юрско-меловых отложений северной периклинали Уренгойского мегавала // Геология, геофизика и

разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2016. - № 3. - С.4-18.

Ботвинкина А.Н. Методическое руководство по изучению слоистости // Труды ГНН АН СССР; Вып. 119. - Москва: Недра, 1965. - 250 с.

Карагодин Ю.Н., Ершов С.В., Канышев А.И. Фациально-палеогеоморфологические условия формирования песчаных тел клиноформных циклитов Приобской зоны нефтегазонакопления. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996. - 252 с.

Конторович А.Э., Ершов С.В., Казаненков В.П., Карагодин Ю.Н., Конторович В.А., Лебедева Н.К., Никоненко Б.Л., Попова Н.И., Шурыгин Б.Н. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в меловой период // Геология и геофизика. - 2014. - Т. 55. - № 5-6. - С. 745-776.

Курчиков А.Р., Бородкин В.Н. Характеристика геологического строения и нефтегазоносности юрского нефтегазоносного комплекса Западной Сибири. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2015. - 140 с.

Селли Р.Г. Введение в седиментологию. - Москва: Недра, 1981. - 370 с.

Смирнов О.А., Бородкин В.Н., Лукашов А.В., Трусов А.И., Ширяев А.А., Плавник А.Г. Методический подход при построении геологических моделей залежей углеводородов среднеюрских отложений Западной Сибири в условиях аномально высоких пластовых давлений // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2023. - №2. - С. 5-15.

Хафизов С.Ф., Шиманский В.В. Моделирование и прогноз зон формирования коллекторов. - СПб: Недра, 2002. - 189 с.

Шиманский В.В., Ивановская А.В., Сахибгарев В.С. Палеодинамическая реконструкция среды осадконакопления ачимовских алевропесчаников неокома Сургутского свода как основа прогнозирования зон улучшенных коллекторов. - Ханты-Мансийск: Изд-во Наука Сервис, 1998. - С. 66-75.

Belonin M.D., Shimansky V.V., Brekhuntsov A.M., Deschenia N., Borodkin V., Hafizov S. Application of paleofacial reconstructions oil traps in turbidite systems Lower Cretaceous. Westerns Siberia // AAPG International Conference and Exhibition. - Barcelona, 2003. - P. 50.

Bouta A. Sedimentology of some flisch deposits. Amsterdam: Elsevier, 1962. - 168 p.

Stou D., Lowell B. Countourites: their recognition in modern and ancient sediments // Sci. Rev. - 1978. - №143. - P. 251-291.

Borodkin V.N.

West Siberian Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences; Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

Smirnov O.A.

INGEOSERVICE LLC, Tyumen, Russia, info@ingeos.info

Teplyakov A.A., Shiryayev A.A.

Branch of OOO LUKOIL-Engineering, KogalymNIPIneft, Tyumen, Russia

Shimanskiy V.V.

St. Petersburg branch of VNIGNI, St. Petersburg, Russia, spf@vnigni.ru

SEDIMENTATION ANALYSIS OF THE MIDDLE JURASSIC STRATA OF WESTERN SIBERIA IN ORDER TO CONSTRUCT AN ALTERNATIVE GEOLOGICAL MODEL OF HYDROCARBON ACCUMULATIONS

For the Middle Jurassic strata, including of the Yu2 and Yu3 levels, characterized by abnormally high reservoir pressures, a sedimentological model is presented, the ranking of sedimentation conditions by sedimentation cycles with the separation of channel facies is performed. The latter, according to attribute analysis, are traced within the study area and are characterized by improved reservoir properties, abnormally high reservoir pressures and high productivity.

Keywords: Middle Jurassic strata, sedimentation analysis, channel facies, abnormally high reservoir pressures, Western Siberia.

References

Belonin M.D., Shimanskiy V.V., Brekhuntsov A.M., Deschenia N., Borodkin V., Hafizov S. Application of paleofacial reconstructions oil traps in turbidite systems Lower Cretaceous. Westerns Siberia. AAPG International Conference and Exhibition. Barcelona, 2003, p. 50.

Borodkin V.N., Kurchikov A.R., Nedosekin A.S., Smirnov O.A., Lukashov A.V., Martynova E.V. *Geologicheskoe stroenie i otsenka perspektiv neftegazonosnosti yursko-melovykh otlozheniy severnoy periklinali Urengoy'skogo megavala* [Geological structure and assessment of the oil and gas potential of the Jurassic-Cretaceous strata of the Urengoy megaval northern pericline]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*, 2016, no. 3, pp. 4-18.

Botvinkina A.N. *Metodicheskoe rukovodstvo po izucheniyu sloistosti* [Methodological guide to the study of layering]. *Trudy GNN AN SSSR*; issue 119, Moscow: Nedra, 1965, 250 p.

Bouma A. *Sedimentology of some flisch deposits*. Amsterdam: Elsevier, 1962, 168 p.

Karagodin Yu.N., Ershov S.V., Kanyshov A.I. *Fatsial'no-paleogeomorfologicheskie usloviya formirovaniya peschanykh tel kliniformnykh tsiklitov Priobskoy zony neftegazonakopleniya* [Facies-paleogeomorphological conditions for the formation of sand bodies of cliniform cyclites of the Ob zone of oil and gas accumulation]. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, SO RAN, NITs OIGGM, 1996, 252 p.

Khafizov S.F., Shimanskiy V.V. *Modelirovaniye i prognoz zon formirovaniya kollektorov* [Modeling and forecasting of reservoir genesis intervals]. St. Petersburg: Nedra, 2002, 189 p.

Kontorovich A.E., Ershov S.V., Kazanenkov V.P., Karagodin Yu.N., Kontorovich V.A., Lebedeva N.K., Nikonenko B.L., Popova N.I., Shurygin B.N. *Paleogeografiya Zapadno-Sibirskogo osadochnogo basseyna v melovoy period* [Paleogeography of the Western Siberian sedimentary basin during the Cretaceous period]. *Geologiya i geofizika*, 2014, vol. 55, no. 5-6, pp. 745-776.

Kurchikov A.R., Borodkin V.N. *Kharakteristika geologicheskogo stroeniya i neftegazonosnosti yurskogo neftegazonosnogo kompleksa Zapadnoy Sibiri* [Characteristics of the geological structure and oil and gas potential of the Jurassic oil and gas strata of Western Siberia]. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2015, 140 p.

Selli R.G. *Vvedeniye v sedimentologiyu* [Introduction to sedimentology]. Moscow: Nedra, 1981, 370 p.

Shimanskiy V.V., Ivanovskaya A.V., Sakhibgarev V.S. *Paleodinamicheskaya rekonstruktsiya sredy osadkonakopleniya achimovskikh alevropeschanikov neokoma Surgutskogo svoda kak osnova prognozirovaniya zon uluchshennykh kollektorov* [Paleodynamic reconstruction of the sedimentation environment of the Achimov siltstone-sandstones of the Neocomian Surgut arch as a basis for forecasting zones of improved reservoirs]. Khanty-Mansiysk: Izd-vo Nauka Servis, 1998, pp. 66-75.

Smirnov O.A., Borodkin V.N., Lukashov A.V., Trusov A.I., Shiryaev A.A., Plavnik A.G. *Metodicheskiy podkhod pri postroenii geologicheskikh modeley zalezhey uglevodorodov sredneyurskikh otlozheniy Zapadnoy Sibiri v usloviyakh anomal'no vysokikh plastovykh davleniy* [Methodical approach in the construction of geological models of hydrocarbon accumulations of the Middle Jurassic strata of Western Siberia under conditions of abnormally high reservoir pressures]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*, 2023, no. 2, pp. 5-15.

Stou D., Lowell B. Countourites: their recognition in modern and ancient sediments. *Sci. Rev.* 1978, no.143, pp. 251-291.

© Бородкин В.Н., Смирнов О.А., Тепляков А.А., Ширяев А.А., Шиманский В.В., 2023

