



СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ РЫБАЛЬНОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Кирилл Александрович Канзычаков¹, Ксения Игоревна Канакова^{2,✉}, Максим Владимирович Соловьев³

^{1,2,3}Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 1, Россия,

^{1,2,3}Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,

630090, Новосибирск, просп. Акад. Коптюга, 3, Россия,

¹k.kanzychakov@g.nsu.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8109-8197>

²KanakovaKI@ipgg.sbras.ru, <https://orcid.org/0009-0007-8920-0103>

³SolovevMV@ipgg.sbras.ru, <https://orcid.org/0009-0004-5279-0697>

Аннотация. Работа посвящена изучению особенностей геологического строения юрских отложений Рыбального нефтяного месторождения, находящегося в Томской области. Фактическим материалом для исследования послужили данные 2D, 3D сейсморазведки и материалы глубокого бурения поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин. На месторождении продуктивны отложения горизонта Ю₁, формировавшиеся в переходной области седиментогенеза, а также песчаные пласты верхней подсвиты тюменской свиты, кроме того выявлены предпосылки для формирования залежей углеводородов в пластах нижнего мела.

Ключевые слова: сейсмическая интерпретация, каротаж, сеточная модель, моделирование волновых полей, картостроение, геологическая модель

Финансирование: работа выполнена в рамках научной темы FWZZ-2022-0009 «Цифровые геолого-геофизические модели и оценка перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Арктической зоны Сибири и республики Саха (Якутия); усовершенствование геолого-геофизических методов исследований» Государственной программы ФНИ, а также с привлечением средств гранта, предоставленного Новосибирскому государственному университету для реализации программы стратегического академического лидерства Приоритет-2030.

Для цитирования: Канзычаков К.А., Канакова К.И., Соловьев М.В. Сейсмогеологические особенности строения Рыбального нефтяного месторождения (Томская область) // Геофизические технологии. 2025. № 1. С. 4–22. doi:10.18303/2619-1563-2025-1-4.

SEISMIC AND GEOLOGICAL FEATURES OF THE RYBALNY OIL FIELD STRUCTURE (TOMSK REGION)

Kirill A. Kanzychakov¹, Kseniya I. Kanakova^{2,✉}, Maksim V. Solovev³

^{1,2,3}Novosibirsk State University, Pirogova Str., 1, Novosibirsk, 630090, Russia,

^{1,2,3}Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, SB RAS, Koptyug Ave., 3, Novosibirsk, 630090, Russia,

¹k.kanzychakov@g.nsu.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8109-8197>

²KanakovaKI@ipgg.sbras.ru, <https://orcid.org/0009-0007-8920-0103>

³SolovevMV@ipgg.sbras.ru, <https://orcid.org/0009-0004-5279-0697>

Abstract. The work is devoted to the study of the geological structure features of the Jurassic deposits of the Rybalny oil field located in the Tomsk region. The base for the study was 2D, 3D seismic survey data and deep drilling materials from

exploration and production wells. Deposits of the J₃ formed in the transitional region of sedimentogenesis, as well as sand layers of the upper subformation of the Tyumen Formation, are productive there. In addition, we assume that deposits of hydrocarbons may be detected in the Lower Cretaceous sediments.

Keywords: seismic interpretation, well logging, grid model, wave field modeling, gridding, geological model

Funding: the work was carried out within the framework of the scientific topic FWZZ-2022-0009 “Digital geological and geophysical models and oil and gas potential assessment of sedimentary basins of the Arctic zone of Siberia and the Republic of Sakha (Yakutia); improvement of geological and geophysical research methods” of the State Program for Fundamental Scientific Research. The study was supported by the grant for the implementation of the strategic academic leadership program “Priority 2030” in Novosibirsk State University.

For citation: Kanzychakov K.A., Kanakova K.I., Solovov M.V. Seismic and geological features of the Rybalny oil field structure (Tomsk region) // Russian Journal of Geophysical Technologies. 2025. No. 1. P. 4–22. (In Russ.). doi:10.18303/2619-1563-2025-1-4.

ВВЕДЕНИЕ

На текущем этапе развития минерально-сырьевой базы в Западной Сибири, когда экономически целесообразными стали поиски и разведка средних и мелких по объему запасов месторождений, иногда требуется почти индивидуальный подход к территории исследований. Вместе с тем геологоразведочная практика накапливает набор сценариев, которые могут быть полностью или частично применимы к другим объектам. Данные обстоятельства делают весьма актуальными детальные исследования месторождений, находящихся на стадии промышленной эксплуатации и обеспеченных большим объемом и высоким качеством фактического материала. В данной работе рассмотрено Рыбальное нефтяное месторождение, расположенное на юго-западе Томской области, основные запасы на месторождении приурочены к отложениям горизонта Ю₁, помимо этого притоки углеводородов получены из песчаных пластов тюменской свиты.

СТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

В основу работы были положены данные сейсморазведочных работ 2D 2362.7 км и площадной съемки (3D) площадью 549.8 км², материалы глубокого бурения по 86 скважинам, из них 38 поисковых, 7 разведочных, 41 эксплуатационная. Изученность бурением в районе исследований неравномерная, например, в пределах Рыбальной структуры пробурено около 50 скважин на площади около 42 км², а на периферии – оставшиеся 36 скважин на площади около 507.5 км².

В процессе работы были выполнены структурные построения по основным сейсмическим отражающим горизонтам: Ф₂ (кровля палеозойских отложений), I^{a2} (У₆, тюменская свита), II^a (подшва баженовской свиты), III (кошайская пачка киялинской свиты), IV (кровля кузнецовской свиты).

Из анализа структурных планов отражающих горизонтов Ф₂ (рис. 1), I^{a2} (рис. 2), II^a (рис. 3) можно сделать вывод, что поднятия в рельефе баженовской свиты сформированы над контрастными выступами фундамента. На структурной карте по кровле доюрского комплекса в центральной части наблюдается система сближенных куполовидных поднятий, включающая Лосино-Ярскую, Юбилейную и Рыбальную структуры, оконтурены они по изогипсе –2590 м, амплитуда объединенной структуры 295 м. Западнее располагается Лугинецкое куполовидное поднятие и примыкающее Калганакское, также оконтуренные на абсолютной отметке –2590 м, амплитуда 276 м.

На протяжении всего мезозоя территория в целом развивалась унаследовано, поэтому структурные карты по отражающим горизонтам Ф₂, II^a и I^{a2} практически идентичны (см. рис. 1–3).

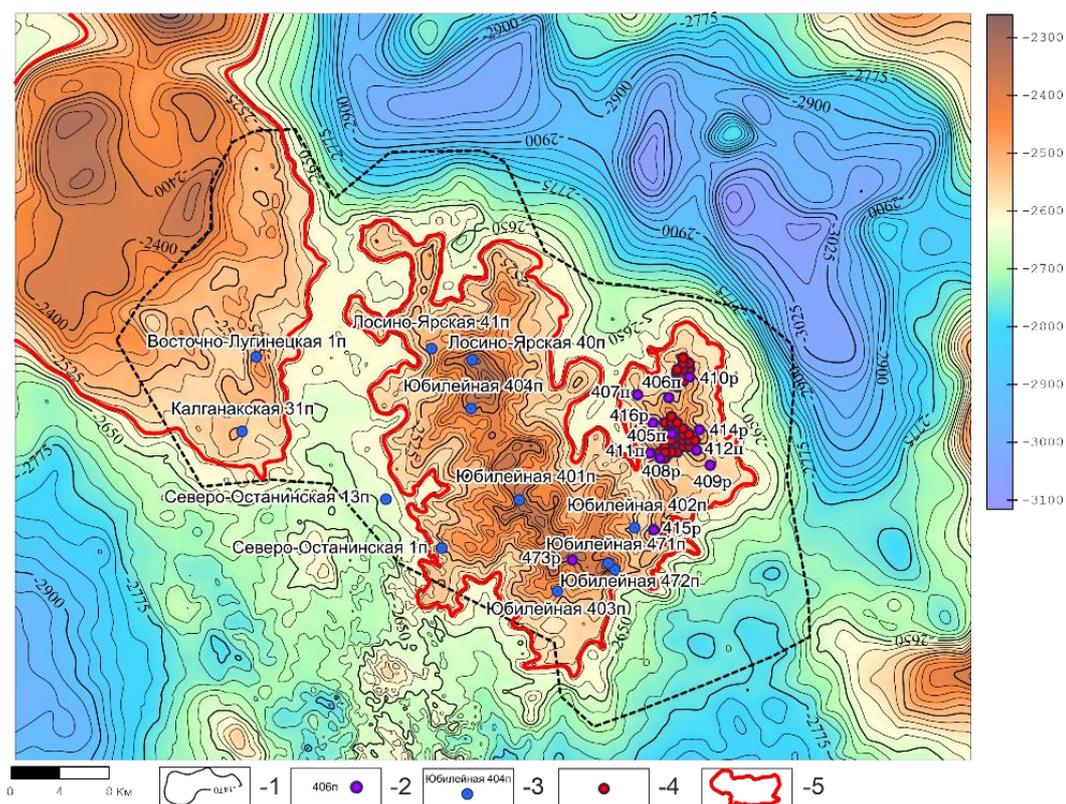


Рис. 1. Структурная карта Рыбальского месторождения по отражающему горизонту Φ_2 (кровля палеозойских отложений): 1 – изогипсы подошвы баженовской свиты; 2 – поисковые и разведочные скважины; 3 – поисковые скважины; 4 – эксплуатационные скважины; 5 – оконтуривающая изогипса.

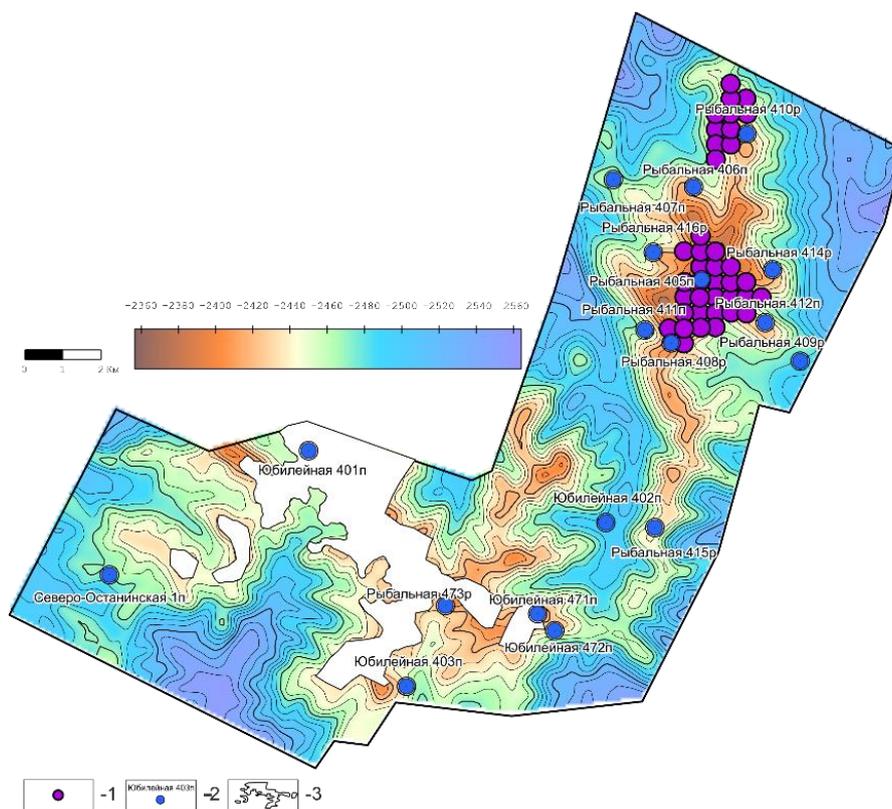


Рис. 2. Структурная карта Рыбальского месторождения по отражающему горизонту I_{a2} (кровля палеозойских отложений): 1 – эксплуатационные скважины; 2 – поисковые и разведочные скважины; 3 – отсутствие горизонта I_{a2} .

В структурном плане отражающего горизонта I^{a2} (см. рис. 2) наблюдается зона отсутствия отложений в пределах Юбилейной структуры, что свидетельствует о том, что часть региона находилась в области денудации. Рыбальная структура оконтуривается на отметке -2454 м, амплитуда 94 м.

В структурном плане отражающего горизонта II^a (см. рис. 3) в центральной части территории исследования наблюдается куполовидное поднятие сложной формы, объединяющее Юбилейную и Лосино-Ярскую структуры, оконтуренное на абсолютной отметке -2327 м, амплитуда поднятия 96 м. Структура вытянута в северо-северо-западном направлении, имеет дендритообразную форму.

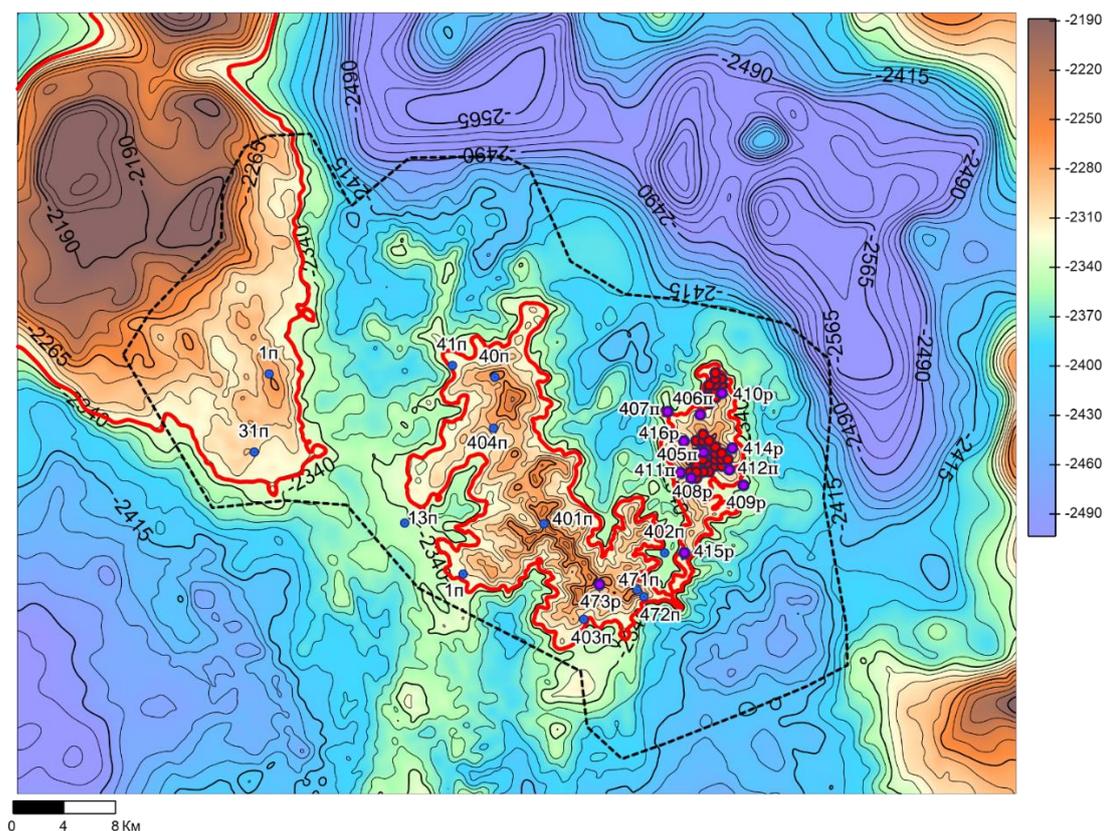


Рис. 3. Структурная карта Рыбальского месторождения по отражающему горизонту II^a (подошва баженовской свиты). Усл. обозн. см. на рис. 1.

Поскольку основные запасы углеводородов на изучаемом объекте сосредоточены в верхнеюрских пластах, важно проанализировать изменение рельефа баженовской свиты в течение геологической истории вплоть до современного структурного плана (рис. 4). На рисунке 4, А видно, что уже к апту структура имела схожие с современными очертания, однако площадь ее была существенно больше, Рыбальная и Юбилейная структуры не были обособлены и оконтуривались единой изогипсой. К турону (см. рис. 4, Б) северо-западная часть структуры отстает в росте, что приводит к уменьшению общей площади, плюс Рыбальная структура обособливается от Юбилейной. И лишь в посттуронское время происходит перераспределение площадей структур, вследствие воздымания южной части Рыбального купола, что приводит к увеличению амплитуды и площади Рыбальной структуры. Отметим контрастность палеорельефа в пределах исследуемого объекта: в туроне Рыбальная структура оконтуривается на отметке 1780 м, это существенно выше, чем структуры в сопредельных территориях. Баженовская свита, которая является источником углеводородов на исследуемой площади, к турону уже вошла в главную зону

нефтеобразования, но судя по отметкам палеоглубин, основной процесс генерации начался позже и продолжается по настоящее время. Таким образом, процессы окончательного формирования и заполнения верхнеюрских ловушек совпали по времени.

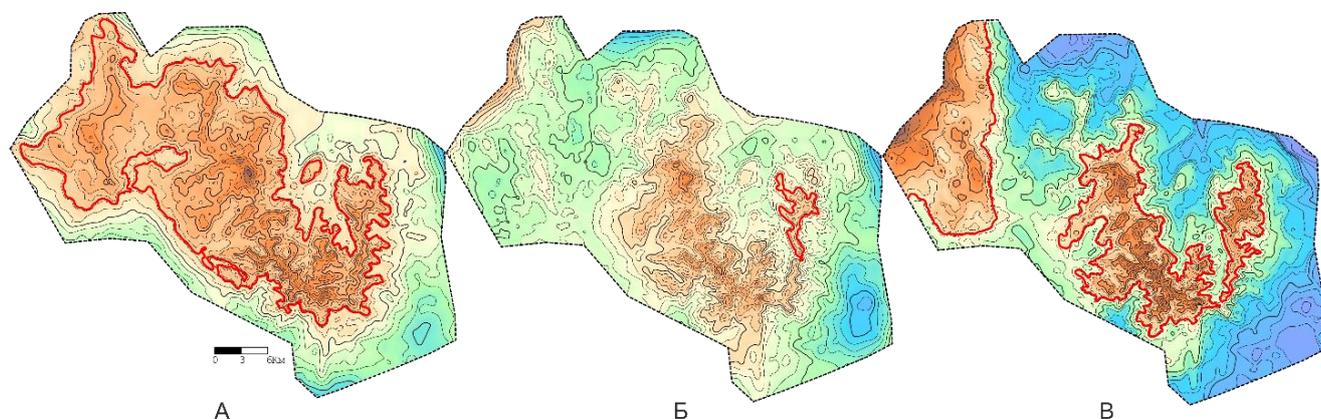


Рис. 4. Сопоставительный материал: А – карта изопахит титон-аптских отложений; Б – карта изопахит титон-туронских отложений; В – структурная карта по отражающему горизонту II^а.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ГОРИЗОНТА Ю₁

Как уже было отмечено, в исследуемом районе сокращена мощность юрских отложений. Разрез осадочного чехла начинается с отложений тюменской свиты, причем даже угольный пласт У₆ развит не повсеместно. Над тюменской свитой, имеющей континентальный генезис, залегают отложения васюганского горизонта, который на юго-западе Томской области представлен васюганской и наунакской свитами, латерально замещающими друг друга. Васюганская свита имеет мелководно-морской генезис, наунакская – континентальный [Шурыгин и др., 2000; Решение... 2004]. Отложения исследуемой территории формировались в переходной зоне осадконакопления и не соответствуют в полной мере ни одной из данных свит. В плане палеогеографии это выражается в пестром наборе обстановок осадконакопления, которые часто сменяли друг друга ввиду колебания уровня моря и миграции береговой линии. В подобных регионах формируются наиболее сложные коллекторы, для которых характерны существенные литологические неоднородности и изменчивость ФЕС.

Стоит отметить, что в данном районе по ГИС не выделяется нижневасюганская подсвита, весь васюганский горизонт расчленяется на три пачки: подугольную, межугольную и надугольную. Такой разрез характерен для регионально распространенной зоны субмеридионального простирания и рассматривается в работах ряда исследователей [Конторович и др., 2006; Вакуленко, Рыжкова, 2011; Вакуленко и др., 2011; Жилина, 2015; Бурлева и др., 2017]. Нижняя подугольная толща объединяет пласты Ю₁⁴, Ю₁³, имеющие мелководно-морской генезис. Причем, если в районах распространения классического разреза васюганской свиты пласты Ю₁⁴, Ю₁³ соответствуют регрессионному этапу, следующему за событийной батской трансгрессией, то в данном районе для пласта Ю₁⁴ это неочевидно ввиду отсутствия подстилающих глубоководных отложений. Средняя – межугольная – пачка имеет континентальный генезис и представлена чередованием локально развитых песчаных пластов с аргиллито-алевролитовыми разностями. Надугольная пачка в классическом разрезе васюганской свиты включает в себя два песчаных пласта Ю₁¹, Ю₁², однако на данной территории над угольными пластами выделяется

только один песчаный пласт. Вероятно, континентальные обстановки, ассоциированные с межугольной пачкой, существовали дольше, чем в сопредельных территориях в силу расположения в пределах контрастной положительной структуры. Иными словами, Рыбальная площадь могла быть неким островом в момент накопления пласта Ю¹² по периферии.

ВЫДЕЛЕНИЕ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ТИПОВ В РАЗРЕЗЕ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Межскважинная корреляция осуществлялась в модуле GISWell [Канаков и др., 2022; [КРАТОН | Цифровая платформа](#)], разработанном в ИНГГ СО РАН совместно с НГУ. По выделенным граничным значениям для основных литотипов было проведено автоматическое литологическое расчленение юрского разреза Рыбальной и Юбилейной площадей (рис. 5).

Для корреляции использовались кривые: МПЗ, МГЗ в 17 скважинах; ПС в 18 скважинах; БК в 53 скважинах; ГК в 57 скважинах; НК в 57 скважинах; АК в 48 скважинах; ГГКП в 43 скважинах; ИК в 55 скважинах; лабораторные исследования пористости в 21 скважине; лабораторные исследования проницаемости в 21 скважине; описания керна из 15 скважин.

Начальный этап включал анализ описаний кернового материала для дальнейшей привязки керн-ГИС, далее были рассмотрены четыре типа пород юрского разреза исследуемой территории: аргиллиты, алевролиты, угли и песчаники. Базируясь на описаниях керна, были выделены граничные значения кривых ГИС для каждого литотипа (см. рис. 5).

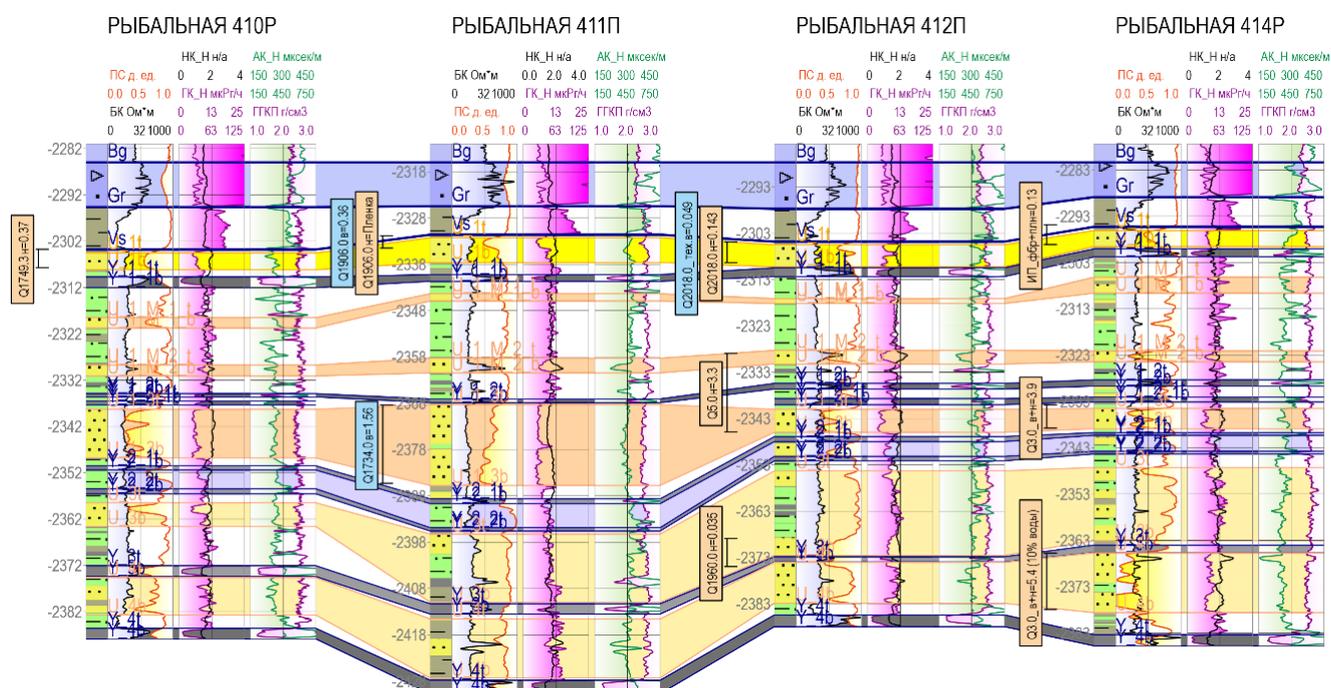


Рис. 5. Корреляционная схема средне- и верхнеюрских отложений.

Анализируя корреляционные схемы, можно увидеть, что верхневасюганская подсвета распространена на всей территории исследования, надугольная, межугольная и подугольная пачки надежно выделяются по данным каротажа ПС, БК, АК, ГК и ГГКП.

Подугольная пачка представляет собой в ряде случаев объединенные песчаные пласты Ю¹³⁻⁴, с прослоями алевролитов, причем мощность общего пласта значительно уменьшается (от 11–18 м

в скв. 410р и 411п до 4–6 м в скв. 412п и 414р) к восточному склону Рыбальной структуры, что говорит о возможном развитии локального песчаного тела по западной периферии поднятия.

В составе континентальной межугольной пачки выделяются два песчаных пласта, один ближе к кровле, другой – к подошве пачки (см. рис. 5). Пласты обособлены друг от друга на всей территории и, вероятно, не имеют гидродинамической связи.

Накопление надугольной пачки соответствует началу киммеридж-волжской трансгрессии. Отложения относятся к прибрежным с приливными каналами и межбаровыми лагунами [Барабошкин, 2007]. Пласт Ю₁¹ распространен на всей территории, однако мощность его существенно меньше, чем на приграничных территориях [Канакова и др., 2022], что опять-таки обусловлено гипсометрическим уровнем палеоструктурного плана.

Задача построения набора структурных карт для тонкослоистого разреза не является тривиальной. Максимальная опора должна быть на результаты корреляции ОГ на сейсмических разрезах и кубах, но в условиях, когда мощность песчаного пласта 5–10 м, а мощность одной фазы отраженной волны – 15–20 мс, разрешающая способность сейсморазведки не позволяет получить геометрию осадочных тел напрямую с сейсмических данных.

В научных и производственных работах для подобных целей, как правило, используют статистические зависимости. Наиболее надежный вариант – нахождение взаимосвязей между эффективными толщинами песчаных пластов и параметрами волнового поля, однако наличие в кровле юрских отложений мощной баженовской свиты, обладающей аномальными акустическими свойствами, существенно усложняет динамический анализ сейсмических данных для верхнеюрских отложений [Конторович, 2002]. Вследствие этого зачастую приходят к построению карт толщин и эффективных толщин через их зависимости от толщин более крупных сейсмостратиграфических комплексов, ограниченных надежными отражающими горизонтами. Такой подход абсолютно справедлив в условиях унаследованного развития территории и выдержанности пластов по латерали, когда их мощности определяются, главным образом, палеорельефом. В ситуации же, когда речь идет о переходной области седиментогенеза, распределение мощностей обусловлено, в первую очередь, палеогеографией и разнообразием фациальных обстановок.

Стандартный метод линейных регрессий для построения прогнозных карт толщин имеет на территории исследования низкие значения коэффициентов детерминации (до 0.38), соответственно точность построений крайне низка [Методические рекомендации..., 2003].

В связи с этим для построения прогнозных карт использовался плагин структурного моделирования, разработанный в НГУ и внедренный в программное обеспечение КРАТОН. Работа плагина основывается на методе многомерных регрессионных сплайнов, каждой изохронной геологической поверхности присваивается некоторое неизменное значение трехмерного поля, причем данные значения стратиграфически упорядочены [Лапковский и др., 2024]. Данные пластопересечений представлены точечными значениями функции трех переменных. Затем при аппроксимации создается представление этой функции во всей области, а границы стратиграфических тел вычисляются как изоуровневые поверхности этой трехмерной функции. Причем все границы совместно учитываются при создании модели, что обеспечивает точность всей конструкции (слои не могут пересекаться) и обоснованность модели. Для метода используются стратиграфически привязанные карты t_0 для любого количества отражающих горизонтов. Таким образом согласованная модель строится для пространства с

тремя измерениями: координатами, значением стратиграфического параметра и значением t_0 , которое вычисляется для любой точки [Лапковский и др., 2024]. В результате создания согласованной модели есть возможность получать не только структурные карты, но и карты толщин даже маломощных пластов.

В рамках данных исследований для создания карт толщин перспективных горизонтов были использованы карты времен двойного пробега для следующих отражающих горизонтов: Φ_2 , U_6 и II^a ; в скважинах выделены основные продуктивные пласты-коллекторы изучаемой территории: $Ю_1^1$, $Ю_1^M$, $Ю_1^{3-4}$, $Ю_3$, $Ю_4$, задан квадратичный тип сплайна, введены ограничения скоростей (минимальная – 1000 м/с, максимальная 4000 м/с) и задана умеренная степень сглаживания.

Контроль качества построений осуществлялся слепым тестированием, путем исключения произвольных скважин из обучающей выборки.

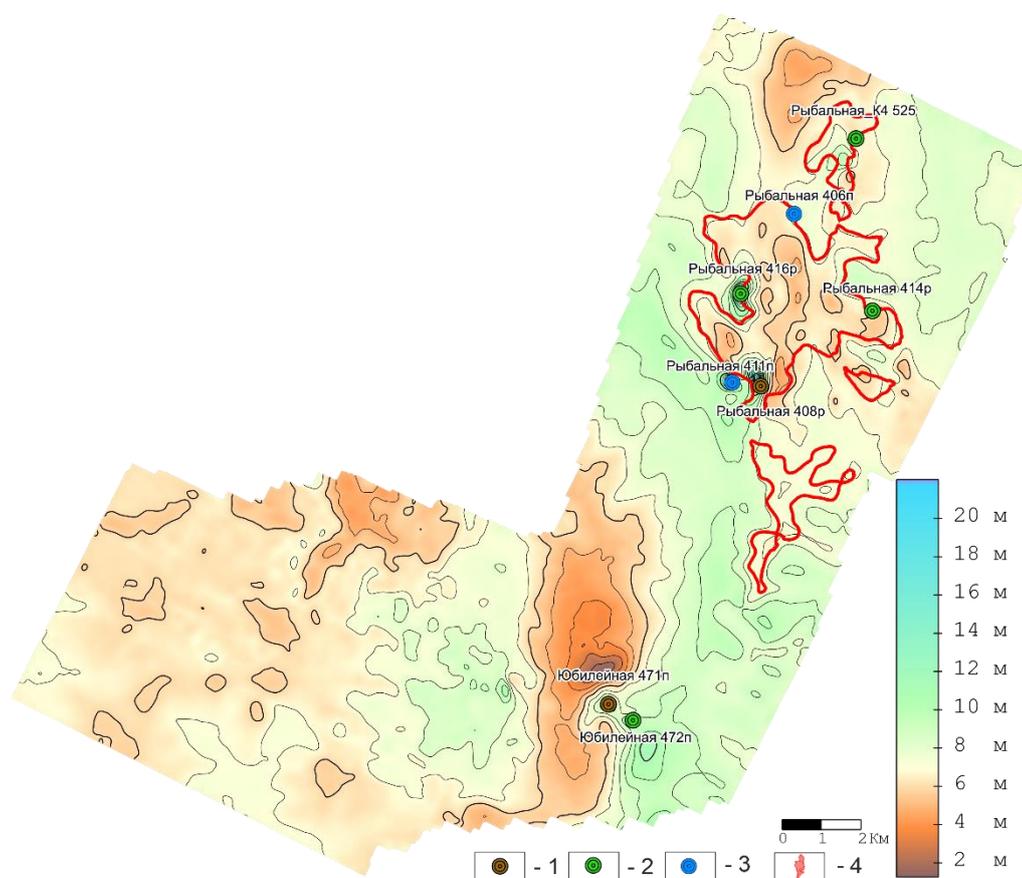


Рис. 6. Карта толщин пласта $Ю_1^{3-4}$: 1 – скважина с притоком нефти; 2 – скважина с притоком нефти и воды; 3 – скважина с притоком воды; 4 – предполагаемый контур ВНК.

Пласты $Ю_1^{3-4}$ имеют минимальную мощность на Юбилейном локальном поднятии до 7 м (рис. 6), а максимальную можно наблюдать в наиболее погруженных периферийных областях района исследований, где она достигает 15 м. Согласно результатам испытаний, предполагаемый ВНК располагается на отметке –2340 м. В пределах Юбилейной структуры тоже получены притоки нефти в скв. 471, что дает основание предполагать наличие залежи на данной территории, однако точность построений в данной зоне существенно ниже ввиду отсутствия дополнительных скважин.

Мощности пласта $Ю_1^M$ составляют от 1.5 до 3.5 м (рис. 7). Несмотря на малую мощность, пласт выделяется во всех скважинах Рыбальной площади, испытан в скв. 408, где получен приток нефти с водой.

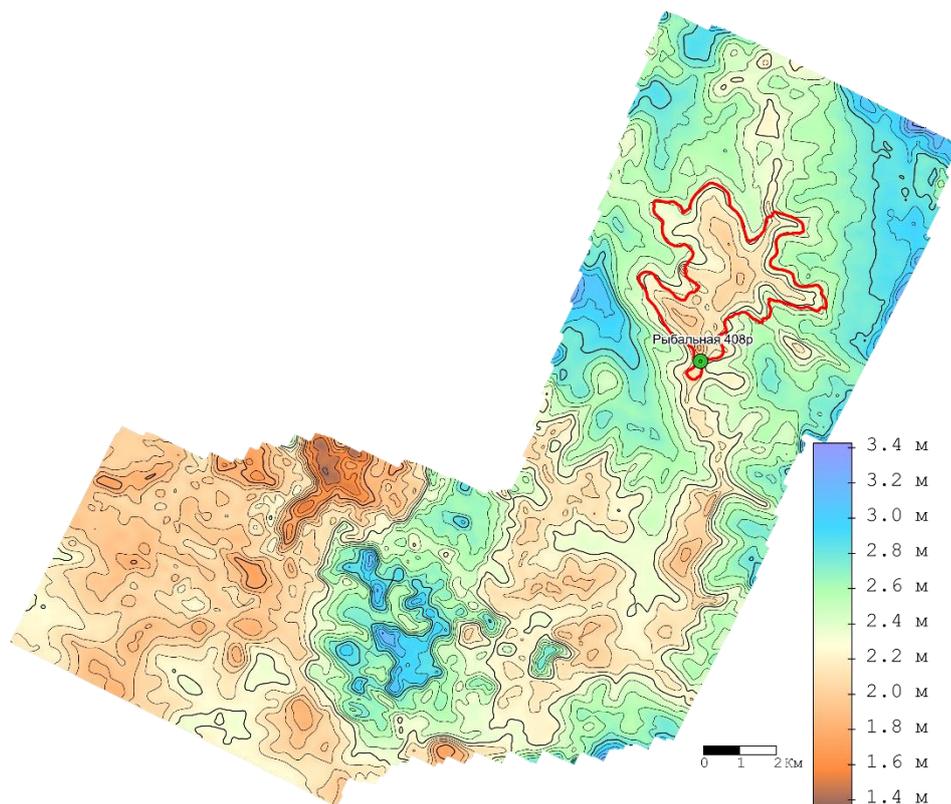


Рис. 7. Карта толщин пласта Ю₁^{М1}. Усл. обозн. см. на рис. 6.

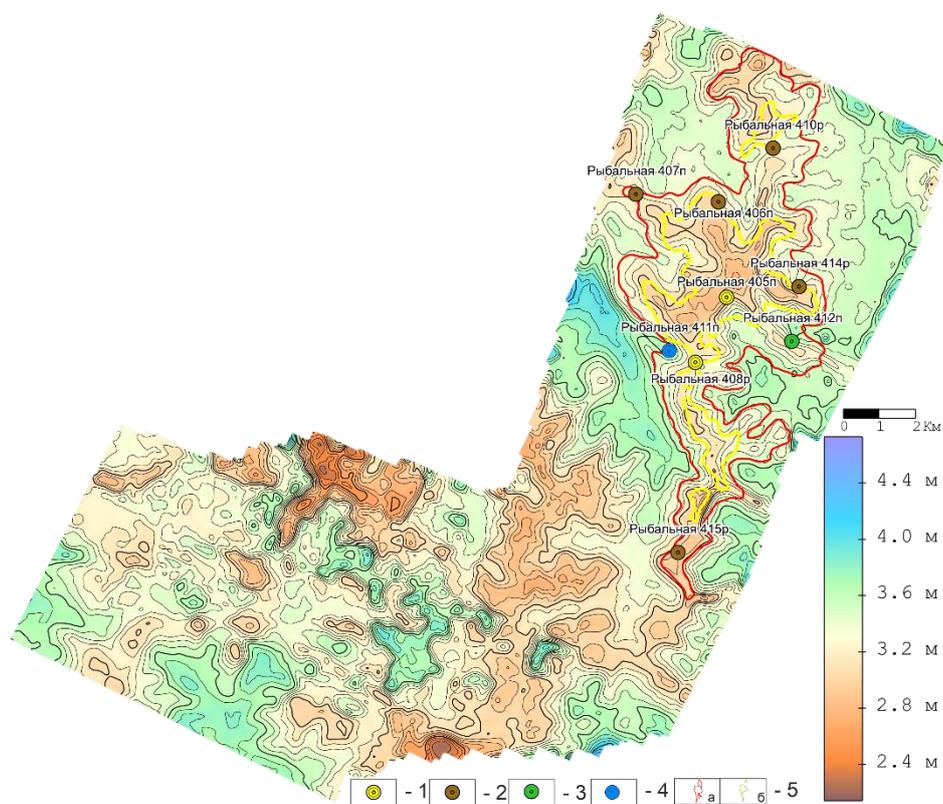


Рис. 8. Карта толщин пласта Ю₁¹: 1 – скважина с притоком газа; 2 – скважина с притоком нефти; 3 – скважина с притоком нефти и воды; 4 – скважина с притоком воды; 5 – предполагаемая граница: а – ВНК, б – ГНК.

Мощность пласта Ю₁¹ в среднем составляет около 5 м, на поднятиях уменьшается до 2 м (рис. 8). Данный пласт имеет повсеместное площадное распространение и высокую корреляцию с палеорельефом, является основным эксплуатационным объектом на месторождении. Помимо притоков нефти в ряде скважин получены притоки газа.

ТЮМЕНСКАЯ СВИТА

Поскольку на исследуемой территории притоки нефти помимо верхнеюрских резервуаров получены из пластов среднеюрского возраста, в работе рассмотрена верхняя подсвита тюменской свиты, мощность изучаемого интервала варьируется от 21 до 52 м. Подсвита развита на всей территории исследования, в ее состав входят песчаные пласты Ю₃, Ю₄, а также угольные пласты У₂, У₃, У₄. В качестве целевого интервала, на наш взгляд, целесообразно рассматривать пласт Ю₄, который имеет мощность от 6 до 21 м, наименьшие толщины закономерно наблюдаются в зоне палеоподнятий (рис. 9).

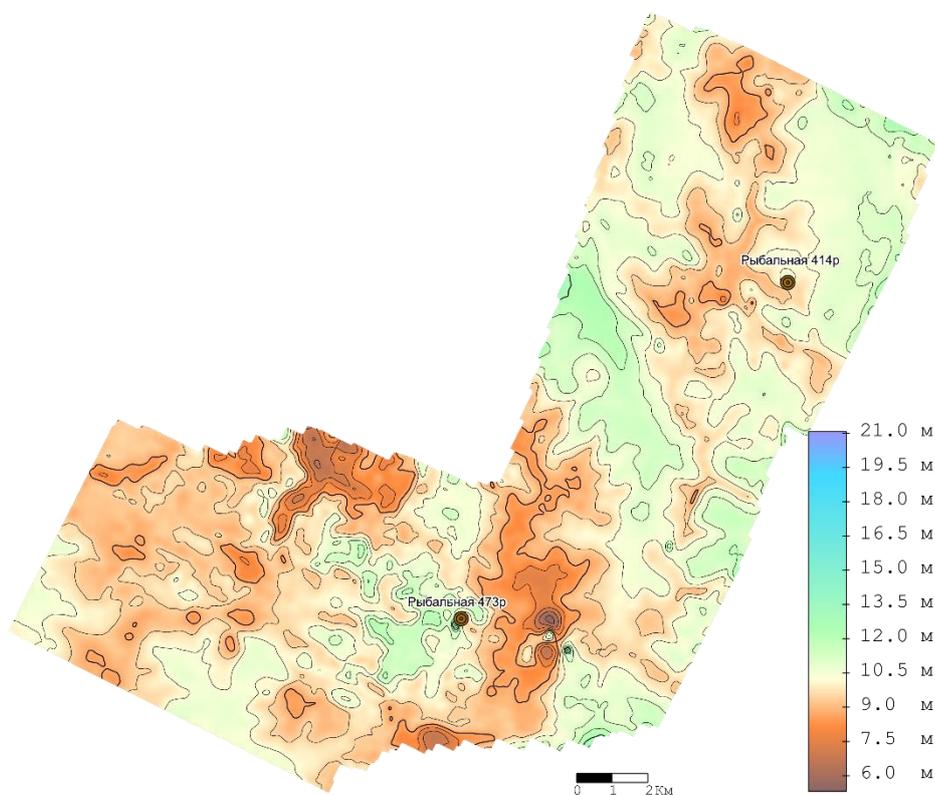


Рис. 9. Карта толщин пласта Ю₄. Усл. обозн. см. на рис. 8.

Поскольку отложения тюменской свиты накапливались в континентальных условиях, среди коллекторов должны преобладать тела аллювиального генезиса. С целью определения их пространственного распространения, помимо карты толщин, привлекались результаты динамического анализа. В числе прочего на данной территории для интервала верхней подсвиты тюменской свиты целесообразно исследовать распространение разрывных нарушений. Проанализировав сейсмические профили (рис. 10), можно заметить, что разрывные нарушения затухают на уровне угля У₆. По анализу сейсмических палеоразрезов (см. рис. 10), можно сделать вывод о том, что там могли формироваться грабенообразные структуры, по погруженным частям которых формировались речные отложения.

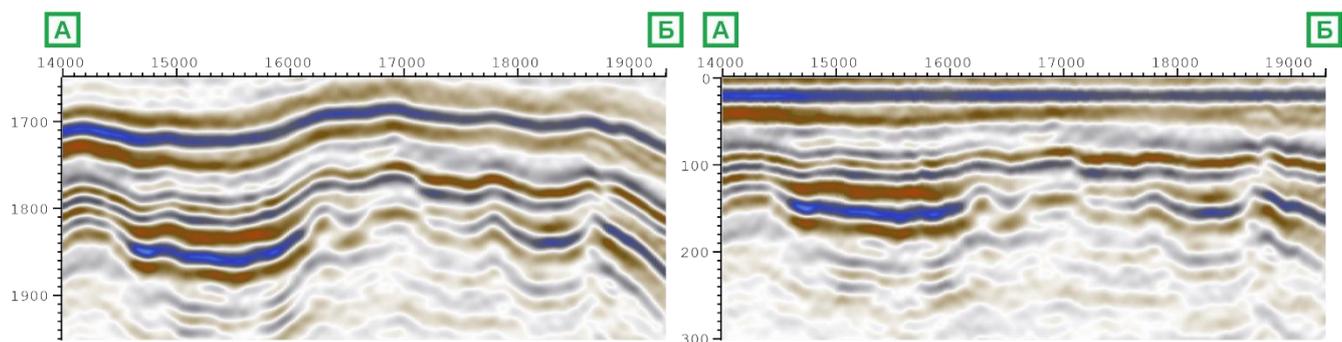


Рис. 10. Сейсмический разрез по профилю АБ (слева); палеоразрез по профилю АБ, выровненный по горизонту II^а (справа).

Анализ среза куба когерентности (рис. 11) позволяет выделить зону распространения разрывных нарушений и формирования грабенообразных структур на востоке Рыбальной площади. Стоит отметить, что данная зона согласуется с зоной увеличенных толщин пласта Ю₄.

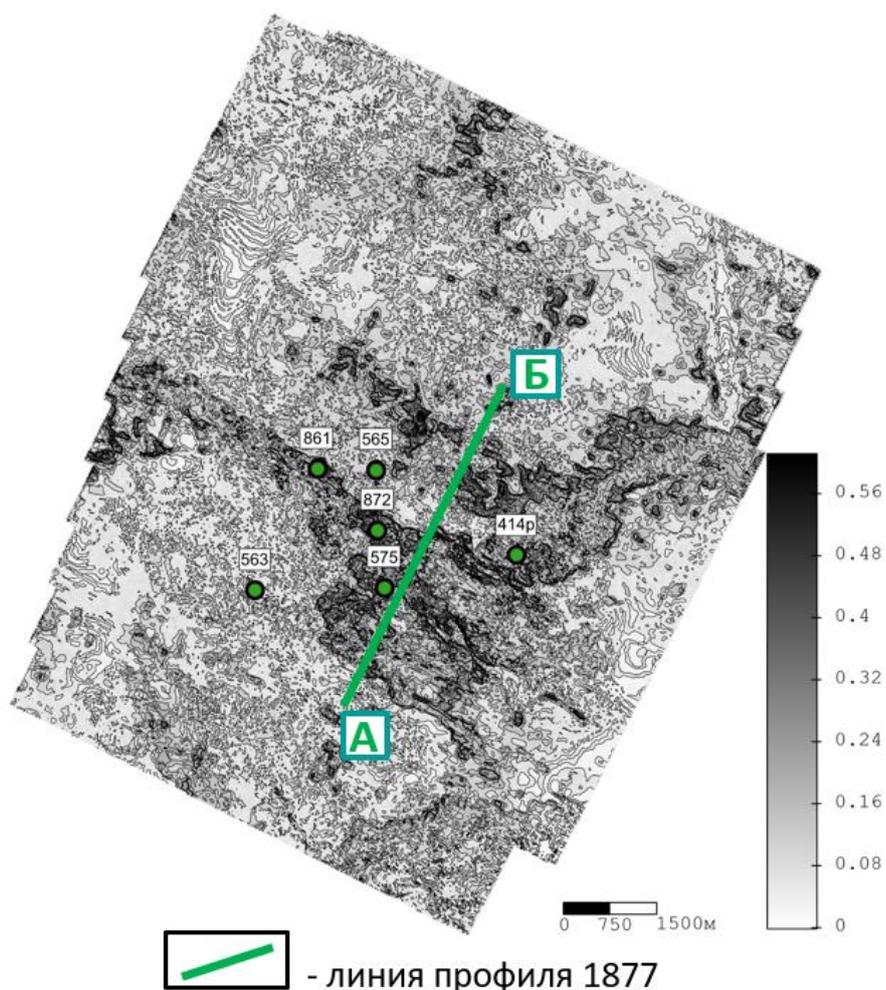


Рис. 11. Срез когерентности для горизонта II^а, с линией профиля АБ.

Анализ исследований керна и ГИС (рис. 12) подтверждает, что песчаники предположительно аллювиального генезиса наиболее развиты в «темных» областях среза когерентности (скв. 414р, 575, 861, 872).

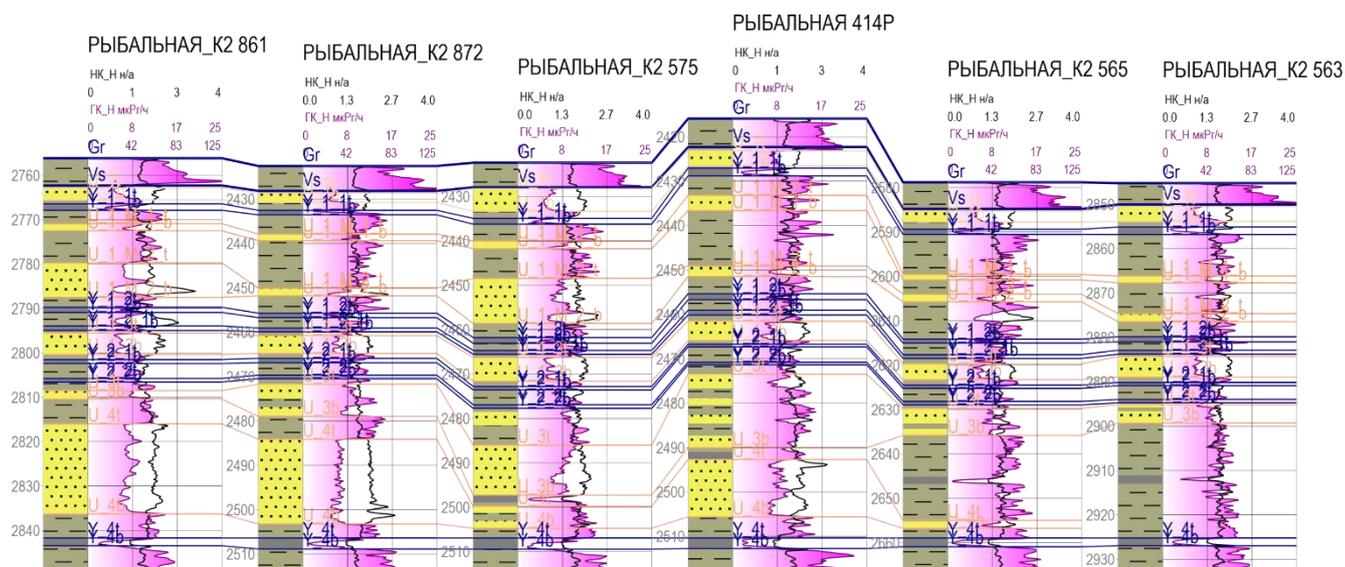


Рис. 12. Корреляционная схема среднеюрских отложений по скважинам Рыбального месторождения.

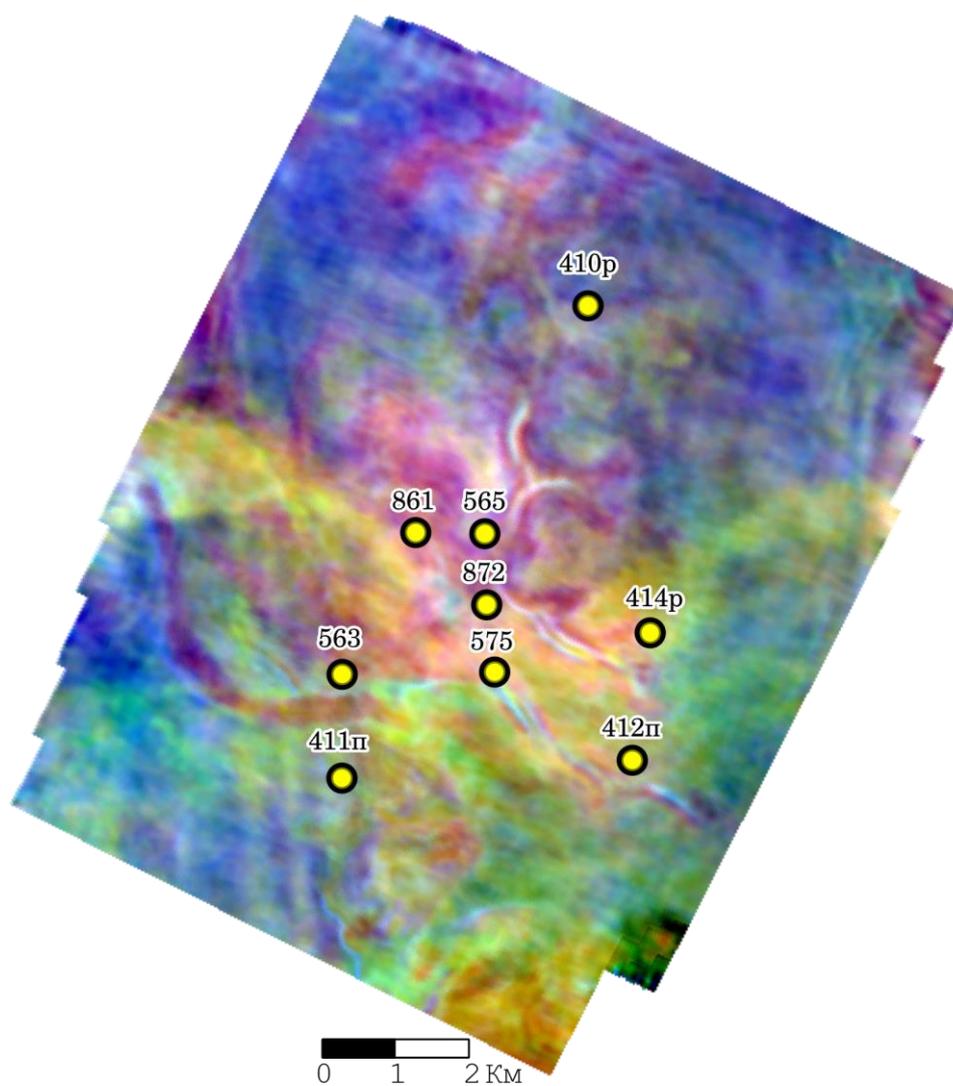


Рис. 13. RGB-срез частотной декомпозиции для частот 10, 20, 30 Гц, временное окно U_2-U_6 .

Для анализа латеральных неоднородностей отложений тюменской свиты также использовался метод спектральной декомпозиции [Буторин, Краснов, 2017], в результате которого из исходного сейсмического куба с помощью оконного преобразования Фурье были выделены три компонента разных частот (10, 20, 30 Гц) и построены амплитудные срезы в заданном временном окне, далее каждому из срезов присвоен цветовой канал (RGB) и проведено смешивание. Работа в данной методике основана на том, что физические параметры геологической среды по-разному влияют на затухание волн различного частотного диапазона, таким образом на RGB-срезе декомпозиции могут визуализироваться зоны геологических неоднородностей, такие как разрывные нарушения, осадочные и магматические тела, отличающиеся от окружающих отложений. На рисунке 13 приведен срез из временного окна $У_2$ – $У_6$, на котором выделяется ряд контрастных зон. Часть из них соответствует разрывным нарушениям (см. рис. 13), кроме того выделяется серия объектов извилистой формы, которые могут соответствовать палеоканалам. Особый интерес вызывает зона, соответствующая желтому цвету и сопоставимая по распространению с зоной развития грабенообразных структур на срезе когерентности.

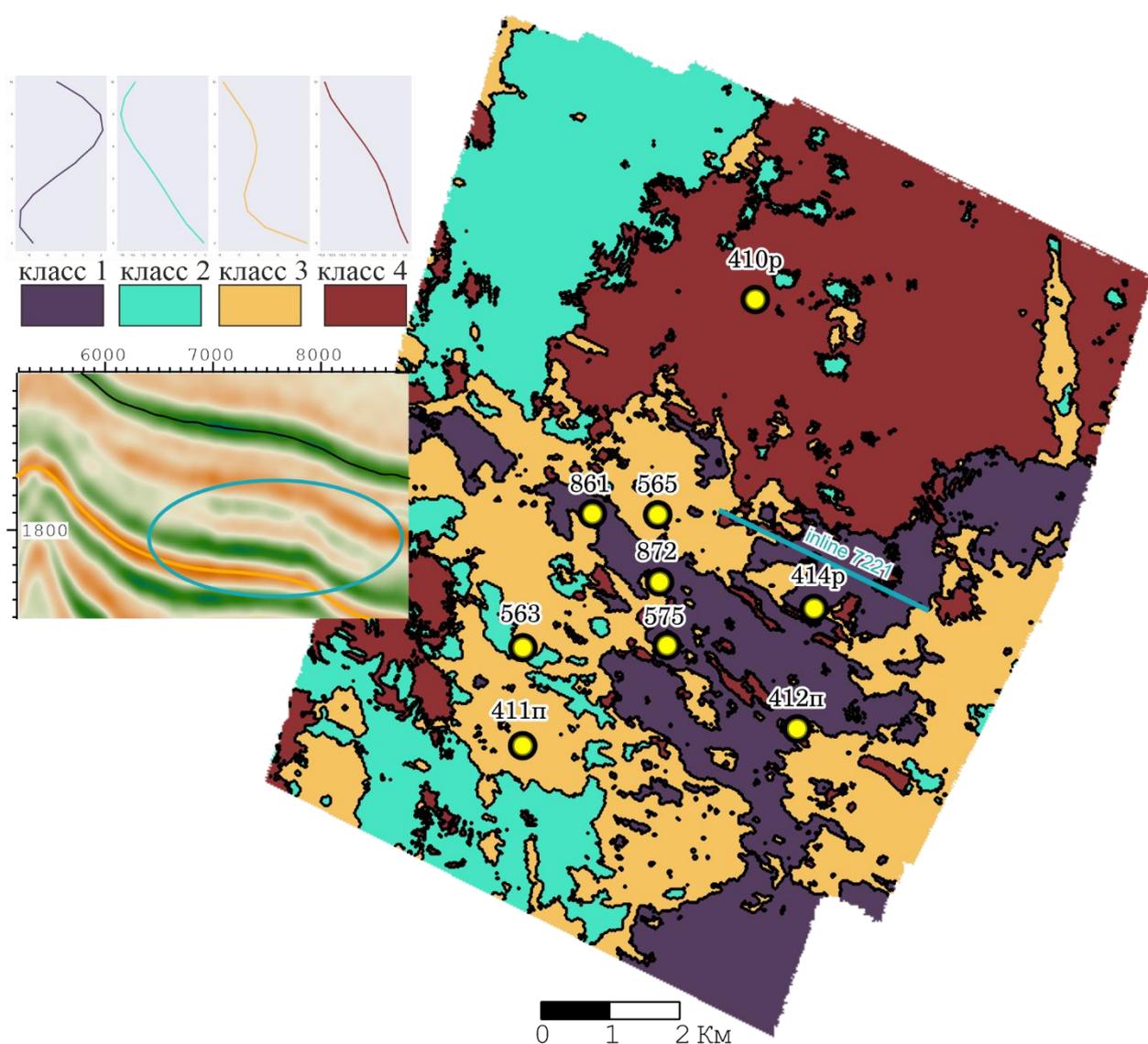


Рис. 14. Результат кластеризации по форме волнового поля в диапазоне $У_2$ – $У_6$.

Для оконтуривания зоны, наиболее перспективной для развития коллекторов в отложениях верхней подсвиты тюменской свиты, был проведен сейсмофациальный анализ по форме волнового поля на основе алгоритма *k-means* в модуле автоматической интерпретации MLToolBox [Камашев, 2025]. Объем куба в интервале между пластами $У_2$ и $У_6$ был разделен на четыре класса (рис. 14). На рисунке также приведены обобщенные формы трасс – центры кластеров, можно заметить, что для классов 1 и 3 характерна усложненная форма центраида, с появлением дополнительного положительного экстремума. При визуальном анализе инлайнов и кросслайнов, пересекающим класс 1, эта зона отчетливо выделяется. Зона распространения классов 1 и 3 качественно соответствует зоне, выделенной по RGB-срезу и срезу когерентности, а анализ скважин показывает, что хороший коллектор в отложениях горизонта $Ю_4$ вскрыт во всех скважинах, пробуренных в пределах класса 1.

МЕЛОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Возвращаясь к анализу разрывных нарушений, стоит отметить, что по возрасту их можно разделить на три категории. Наиболее многочисленные разломы сформировались еще в предъюрский этап развития территории, в ходе формирования складчатых структур гетерогенного основания Западно-Сибирской плиты.

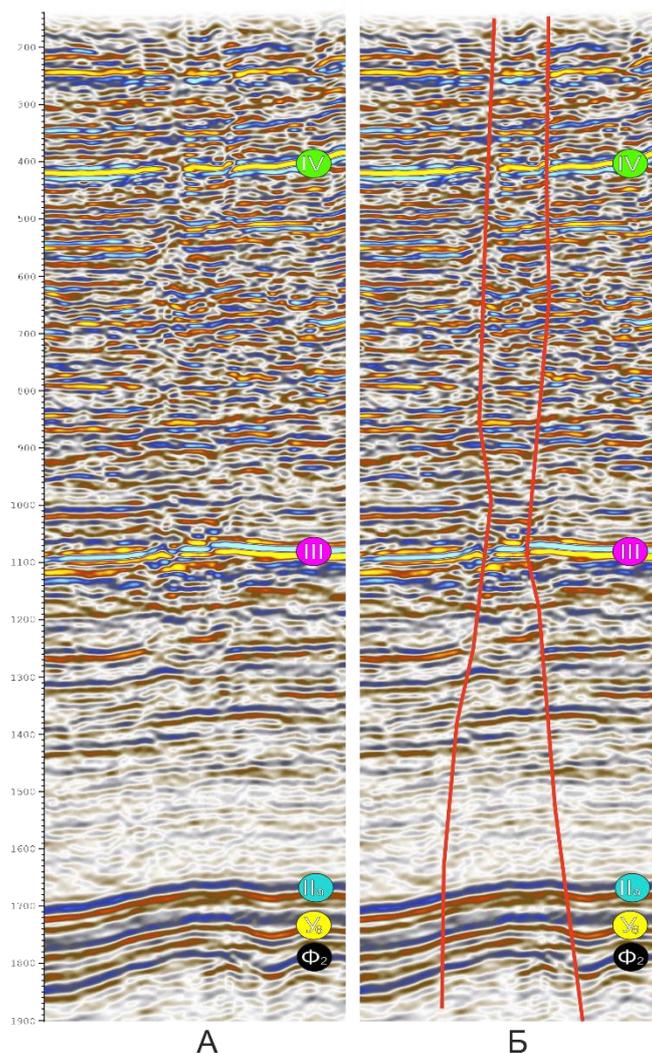


Рис. 15. Сейсмический разрез по профилю inline 7172 (А – исходный разрез, Б – с выделенными молодыми разрывными нарушениями).

Более молодые разломы, о которых шла речь выше, секут базальные горизонты осадочного чехла и, вероятно, повлияли на юрский палеорельеф. Самые молодые же и малочисленные дизъюнктивы нарушают синфазность всех отражающих горизонтов осадочного чехла, вплоть до верхней части разреза (рис. 15).

Такие разломы, в отличие от более древних, сформировались после заполнения юрских ловушек и, вероятно, могли служить каналами для миграции углеводородов вверх по разрезу. Данное обстоятельство дает возможность предположить наличие залежей углеводородов в меловых отложениях, этому же благоприятствует наличие положительных структур в меловых горизонтах и серии пластов коллекторов в составе тарской свиты (испытания пластов не проводились) (рис. 16). На территории западной Сибири выявлен ряд месторождений, на которых именно молодые кайнозойские разломы привели к формированию залежей углеводородов в неокоме [Конторович и др., 2014]. Важно отметить, что наиболее крупные молодые разломы выделены на склоне Рыбальной структуры, таким образом они могли не полностью разрушить залежи в верхнеюрских отложениях, а лишь уменьшить их размеры.

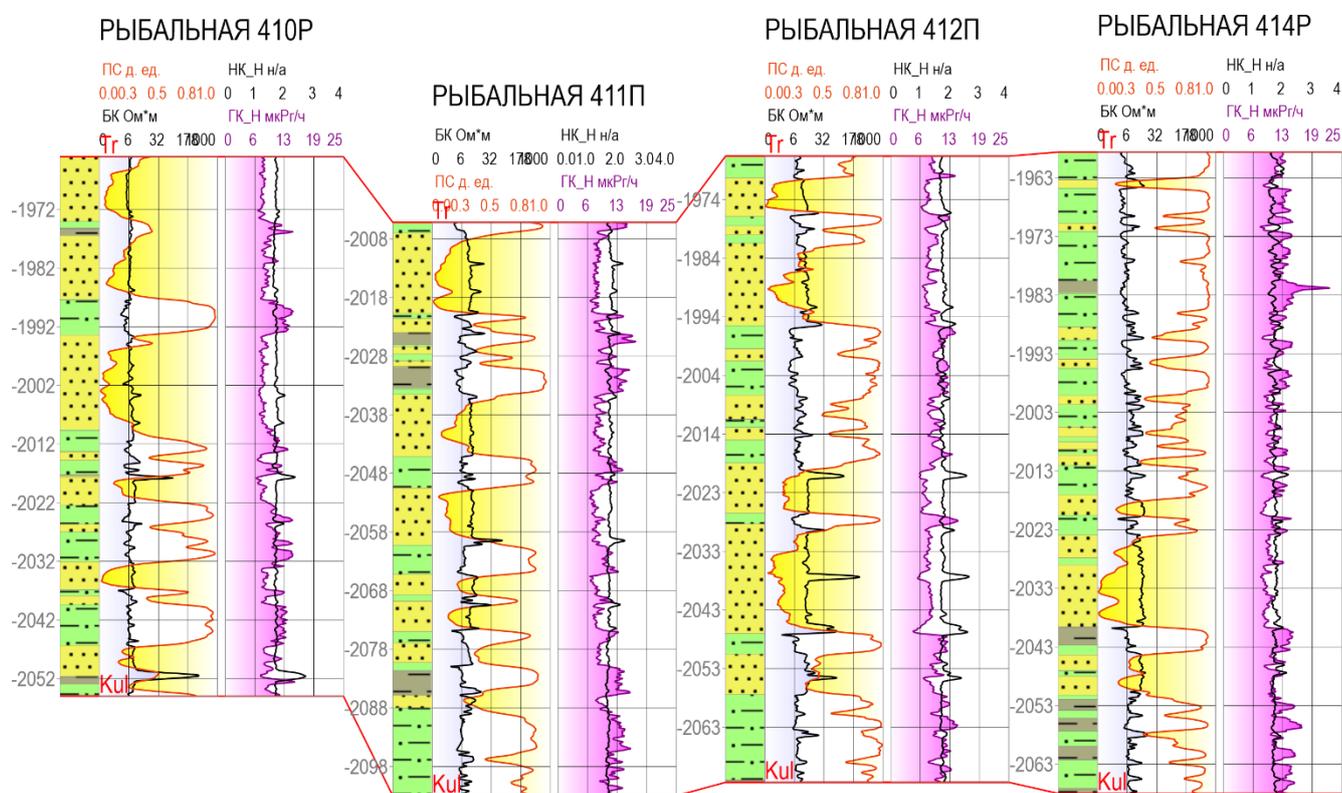


Рис. 16. Корреляционная схема нижнемеловых отложений по скважинам Рыбального месторождения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведем основные геологические особенности Рыбального месторождения. Большая их часть обусловлена тектоническим строением месторождения – поднятие в отложениях осадочного чехла сформировано над контрастным выступом гетерогенного доюрского основания, заметно выделяющимся на фоне сопредельных структур. Следствием такого положения служат, во-первых, сильно редуцированный разрез юрских отложений снизу, во-вторых, сокращенные мощности песчаных пластов мелководно-морского генезиса в составе верхнеюрских отложений, вплоть до отсутствия в разрезе пласта

Ю_{1–2}. Кроме того, высокое гипсометрическое положение палеоподнятия могло благоприятствовать процессам латеральной миграции углеводородов из баженовской свиты более погруженных территорий в песчаные пласты среднеюрского возраста. Поднятие, сформированное над выступом фундамента, сохраняло тенденцию к росту на протяжении всей геологической истории, что на ряде этапов сопровождалось дизъюнктивной тектоникой. Одна из генераций разрывных нарушений формирует грабенообразные структуры в толще отложений средней юры, которые, вероятно, были заполнены осадками аллювиального генезиса и с которыми сейчас могут быть связаны зоны развития улучшенных коллекторов пласта Ю₄. Молодые же разрывные нарушения могли служить каналами миграции углеводородов из юрских залежей вверх по разрезу, что вместе с наличием коллекторов в составе тарской свиты делает возможным предположить наличие залежей углеводородов в отложениях мела.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Барабоскин Е.Ю.** Практическая седиментология (терригенные коллекторы). Томск: Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ, 2007. 154 с.
- Бурлева О.В., Вакуленко Л.Г., Дульцева О.В., Ян П.А.** Петрография и коллекторские свойства алеврито-песчаных пород горизонта Ю₁ (келловей – оксфорд) на юго-востоке Западной Сибири // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2017. № 1 (29). С. 30–42. EDN:YSRYPL.
- Буторин А.В., Краснов Ф.В.** Сравнительный анализ методов спектральной инверсии волнового поля на примере модельных трасс // Геофизика. 2016. № 4. С. 68–76. EDN:WWXHBT.
- Вакуленко Л.Г., Рыжкова С.В.** Критерии выделения Васюганского и Наунакского типов разреза в составе Васюганского горизонта (Западная Сибирь) // Седьмые саксовские чтения (г. Новосибирск, 18–22 апреля 2011). Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. С. 46–50.
- Вакуленко Л.Г., Дульцева О.В., Бурлева О.В.** Строение и обстановки формирования Васюганского горизонта (верхи бата-оксфорд) на территории Александровского свода (Западная Сибирь) // Геология и геофизика. 2011. Т. 52, № 10. С. 1538–1556. EDN:OJTVXN.
- Жилина Е.Н.** Условия формирования и геометризация келловей-волжских природных резервуаров Лугинецкой зоны нефтегазонакопления (Томская область): Дисс... канд. геол.-мин. наук (спец. 25.00.16). Томск: ТПУ, 2015. 180 с.
- Камашев А.М.** MLToolBox – модуль автоматической интерпретации сейсмических данных с помощью методов машинного обучения. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. № 2025610729. Опубликовано 14.01.2025. Бюл. № 1.
- Канаков М.С., Лапковский В.В., Конторович В.А., Канакова К.И., Шорохов Ю.С.** Программный комплекс интерпретации сейсмических и скважинных данных W-SEIS // Геофизические технологии. 2022. № 2. С. 77–91. doi:10.18303/2619-1563-2022-2-77. EDN:JAVOFJ.
- Канакова К.И., Аюнова Д.В., Ибрагимова С.М.** Условия формирования подугольной и надугольной пачек горизонта Ю₁ центральной и южной частей Пудинского мезоподнятия // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология: Материалы XVIII международной научной конференции (г. Новосибирск, 18–20 мая 2022 г.). Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2022. Т. 2, № 1. С. 39–47. doi:10.33764/2618-981X-2022-2-1-39-47. EDN:HPEAON.

Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. 253 с.

Конторович В.А., Калинина Л.М., Бердникова С.А., Лапковский В.В., Поляков А.А., Соловьев М.В. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности келловей-волжских отложений Чузиковско-Чижалпской зоны нефтегазонакопления // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2006. № 1. С. 4–11. EDN:HSNHOZ.

Конторович В.А., Калинин А.Ю., Калинина Л.М., Соловьев М.В. Влияние мезозойско-кайнозойских тектонических процессов на формирование Верхнеюрских и меловых залежей углеводородов в северной части Александровского свода // Геология и геофизика. 2014. Т. 55, № 5–6. С. 847–861. EDN:SMXAUU.

КРАТОН | Цифровая платформа. <https://craton.nsu.ru/>

Лапковский В.В., Конторович В.А., Канаков М.С., Канакова К.И. Инновационные решения при интерпретации сейсмических и скважинных данных на основе многомерных RBF сплайнов в ПО W-SEIS (модуль платформы КРАТОН) // ГеоЕвразия–2024. Геологоразведочные технологии: наука и бизнес: Тр. 7 междунар. геол.-геофиз. конф. выст. (Москва, 12–14 марта 2024 г.). Тверь: ПолиПРЕСС, 2024. Т. I. С. 247–251. EDN:POOZEK.

Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом / Ред. В.И. Петерсилье, В.И. Порожун, Г.Г. Яценко. М.–Тверь: ВНИГНИ/Тверьгеофизика, 2003. 250 с.

Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (Новосибирск, 2003). Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. 114 с.

Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Н., Девятков В.П., Ильина В.И., Меледина С.В., Гайдебурова Е.А., Дзюба О.С., Казаков А.М., Могучева Н.К. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "ГЕО", 2000. 480 с.

REFERENCES

Baraboshkin E.Yu. Practical sedimentology (terrigenous reservoirs) (In Russ.). TPU Center for Professional Retraining of Oil and Gas Specialists, Tomsk, 2007. 154 p.

Burleva O.V., Vakulenko L.G., Dultseva O.V., Yan P.A. Petrography and reservoir properties of silty and sandy rocks of horizon Yu₁ (Callovian–Oxfordian) in the southeast of Western Siberia // Geology and Mineral Resources of Siberia. 2017. No. 1 (29). P. 30–42. (In Russ.).

Butorin A.V., Krasnov F.V. Comparative analysis of spectral inversion methods on the model data // Geofizika. 2016. No. 4. P. 68–76. (In Russ.).

Decision of the 6th Interdepartmental Stratigraphic Meeting on the review and adoption of updated stratigraphic schemes of Mesozoic deposits of Western Siberia, Novosibirsk, 2003 (In Russ.). SNIGGiMS, Novosibirsk, 2004. 114 p.

Kamashev A.M. MLToolBox – module for automatic interpretation of seismic data using machine learning methods: Certificate of state registration of a computer program. № 2025610729. Publ. 14.01.2025. Bul. No.1.

Kanakov M.S., Lapkovsky V.V., Kontorovich V.A., Kanakova K.I., Shorokhov Yu.S. Software package for interpretation of seismic and borehole data W-SEIS // Russian Journal of Geophysical Technologies. 2022. No. 2. P. 77–91. (In Russ.). doi:10.18303/2619-1563-2022-2-77.

Kanakova K.I., Aunova D.V., Ibragimova S.M. Conditions for the formation of the subcoal and supracol units of the Yu₁ horizon in the central and southern parts of the Pudino mesouplift // Interexpo GEO-Siberia. Subsoil use. Mining. Directions and technologies of prospecting, exploration and development of mineral deposits. Economy. Geoecology: Proceedings of the XVIII International Scientific Conference (Novosibirsk, May 18–20, 2022). (In Russ.). INGG SB RAS, Novosibirsk, 2022. Vol. 2 (1). P. 39–47. doi:10.33764/2618-981X-2022-2-1-39-47.

Kontorovich V.A. Tectonics and oil and gas potential of the Mesozoic–Cenozoic deposits of the southeastern regions of Western Siberia (In Russ.). Publishing House SB RAS, GEO, Novosibirsk, 2002. 253 p.

Kontorovich V.A., Kalinina L.M., Berdnikova S.A., Lapkovsky V.V., Polyakov A.A., Solov'ev M.V. Geological structure and prospects of oil and gas potential in the Callovian-Volga deposits of the Chuziksko-Chizhapskaya oil and gas accumulation zone // Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields. 2006. No. 1. P. 4–11.

Kontorovich V.A., Kalinin A.Yu., Kalinina L.M., Solov'ev M.V. The effect of Meso–Cenozoic tectonic processes on the formation of Upper Jurassic and Cretaceous hydrocarbon pools in the north of the Aleksandrov Arch (West Siberia) // Russian Geology and Geophysics. 2014. Vol. 55 (5–6). P. 668–680. doi:10.1016/j.rgg.2014.05.010.

Lapkovsky V.V., Kontorovich V.A., Kanakov M.S., Kanakova K.I. Innovative solutions for interpreting seismic and borehole data based on multidimensional RBF splines in W-SEIS software (KRATON platform module) // GeoEurasia-2024. Geological exploration technologies: science and business: Proceedings of 7th Geol.-Geophys. Conf. Exhib. (Moscow, March, 12–14, 2024). 2024. Vol. I. P. 247–251. (In Russ.).

Methodological recommendations for calculating geological reserves of oil and gas by the volumetric method/ Eds: V.I. Petersil'e, V.I. Poroskun, G.G. Yatsenko (In Russ.). VNIGNI/Tvergeofizika, Moscow–Tver, 2003. 250 p.

Shurygin B.N., Nikitenko B.L., Devyatov V.P., Ilyina V.I., Meledina S.V., Gaideburova E.A., Dzyuba O.S., Kazakov A.M., Mogucheva N.K. Stratigraphy of oil and gas basins of Siberia. Jurassic system (In Russ.). Publishing House of SB RAS, GEO, Novosibirsk, 2000. 480 p.

Vakulenko L.G., Ryzhkova S.V. Criteria for separation Vasyugan and Naunak formation in Vasyugan horizon (Western Siberia) // Seventh Saks's Readings (Novosibirsk, April 18–22, 2011) (In Russ.). IPGG SB RAS, Novosibirsk, 2011. P. 46–50.

Vakulenko L.G., Dul'tseva O.V., Burleva O.V. Structure and depositional environment of the Vasyugan horizon (upper Bathonian–Oxfordian in the Aleksandrovskoe Arch area (West Siberia) // Russian Geology and Geophysics. 2011. Vol. 52 (10). P. 1212–1227. doi:10.1016/j.rgg.2011.09.012. EDN: PEEDIZ.

Zhilina E.N. Conditions of formation and geometrization of the Calloway-Volga natural reservoirs of the Luginetsky oil and gas accumulation zone (Tomsk region) (In Russ.). Tomsk, 2015. 180 p.

CRATON | Digital Platform. <https://craton.nsu.ru/>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

КАНЗЫЧАКОВ Кирилл Александрович – магистрант Новосибирского государственного университета, инженер научно-образовательного центра “Газпромнефть-НГУ”. Основные научные интересы: динамическая и кинематическая интерпретация сейсмических данных, построение сейсмогеологических моделей, тестирование узкопрофильного программного обеспечения.

КАНАКОВА Ксения Игоревна – ассистент кафедры геологии месторождений нефти и газа ГГФ НГУ, научный сотрудник научно-образовательного центра “Газпромнефть-НГУ”, младший научный сотрудник

лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН. Основные научные интересы: комплексная интерпретация данных сейсморазведки и бурения, построение сейсмогеологических моделей, разработка программных продуктов для нефтегазовой отрасли.

СОЛОВЬЕВ Максим Владимирович – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, старший преподаватель кафедры геологии месторождений нефти и газа ГГФ НГУ. Основные научные интересы: комплексный анализ геолого-геофизических данных, построение моделей геологического строения месторождений нефти и газа, выявление нефтегазоперспективных объектов, разработка геофизических методов поиска месторождений нефти и газа в различных осадочных комплексах Сибири.

*Статья поступила в редакцию 21 февраля 2025 г.,
одобрена после рецензирования 18 марта 2025 г.,
принята к публикации 18 марта 2025 г.*