



Дююрские комплексы востока Западно-Сибирской плиты: строение и нефтегазоносный потенциал

Ю. Ф. Филиппов¹, Г. В. Арапов²

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия
philippovyf@ipgg.sbras.ru

² Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт (Новосибирский филиал)
Новосибирск, Россия, *arapovgv@vnigni-nsk.ru*

Объектом исследования являются дююрские отложения, погруженные под мезозойско-кайнозойский осадочный чехол в восточной части Западно-Сибирской плиты и образующие Предъенисейский и Гыданский осадочные суббассейны. Они представляют собой перспективные объекты в нефтегазоносном отношении, но до сих пор слабо изучены. Сейсмостратиграфический анализ выполненных в последние годы материалов профилирования ОГТ 2D и данных бурения в левобережной части р. Енисей, обобщение и сравнительная характеристика различных блоков — важная и актуальная задача как для понимания геологической истории этих регионов в целом, так и для практического использования в нефтегазопроисловых целях.

В работе представлены результаты геологической интерпретации сейсмических данных, уточненная сейсмогеологическая модель осадочных комплексов, история и условия их формирования. Подтверждено наличие древних блоков, перекрытых мощными умеренно дислоцированными верхнепротерозойскими и палеозойскими отложениями субплатформенного типа, выполнены структурные построения по основным горизонтам. Затронуты вопросы тектонической эволюции западной окраины Сибирского кратона в неопротерозое и палеозое. По результатам структурных построений и одномерного бассейнового моделирования проведен анализ генерационного и аккумуляционного потенциала древних отложений на этих территориях. По ряду критериев сделан предварительный качественный прогноз потенциальной нефтегазоносности бассейнов.

Ключевые слова: *Западная Сибирь, фундамент, Предъенисейский и Гыданский осадочные бассейны, верхнепротерозойско-палеозойские отложения, нефтегазоносность*

Pre-Jurassic complexes of the eastern West Siberian plate: structure and oil and gas potential

Yu. F. Filippov¹, G. V. Arapov²

¹ Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia

² All-Russian Scientific-Research Geological Oil Institute (Novosibirsk branch), Novosibirsk, Russia

Regional seismic surveys and borehole drilling in the basement of the eastern part of the West Siberian geosyncline confirmed the presence of ancient blocks overlain by thick, moderately dislocated Upper Proterozoic and Paleozoic subplatform sediments. These subside beneath the Mesozoic-Cenozoic sedimentary cover of the geosyncline and form the Cis-Yenisei and Gydan sedimentary basins, which are promising for oil and gas production. The paper summarizes the results of a comprehensive analysis of new geological and geophysical data, clarifies the seismogeological model of sedimentary complexes, the history and conditions of their formation. We also examine the tectonic evolution of the western margin of the Siberian Craton in the Neoproterozoic and Paleozoic, discussing similarities and differences in the structure and genesis of two basins that developed within the passive continental margin during the late Proterozoic and early Paleozoic. The relationship of the Gydan Block to cratonic structures and, consequently, its geodynamic nature, remains unclear. However, unlike the Cis-Yenisei Block, no distinct suture zone is observed here, and there are no traces of oceanic (ophiolite) complexes. This may indirectly indicate the presence of a marginal portion of the Siberian Craton itself, rather than a terrane-based block. The generation and accumulation potential of ancient sediments in these areas is analyzed. A preliminary qualitative forecast of the oil and gas potential of the basins is made by a number of criteria.

Keywords: *Western Siberia, basement, Cis-Yenisei and Gydan sedimentary basins, Upper Proterozoic-Paleozoic deposits, oil and gas potential*

Введение

Известно, что фундамент Западно-Сибирской плиты (ЗСП) сложен гетерогенными складчатыми системами преимущественно герцинского и каледонского, а в восточной части (Енисейский тектонический пояс) — байкальского возраста. Кроме того, новые геолого-геофизические данные подтверждают наличие в фундаменте блоков более древней консолидации, в пределах которых перекрывающие венд-палеозойские осадочные комплексы преобразованы значительно слабее и в отличие от складчатых сооружений могут представлять определенный интерес в нефтегазоносном отношении. К сожалению, из-за слабой геолого-геофизической изученности таких объектов в настоящее время окончательные прогнозные оценки их углеводородного потенциала сделать сложно, а предварительные мнения специалистов по этому поводу существенно расходятся.

В фундаменте юго-восточной части ЗСП ранее был выделен один из таких крупных блоков — Предъенисейский (рис. 1, а), наиболее изученный в последние годы. Нами было показано (Конторович и др., 2006, 2024; Филиппов, 2017 с ссылками), что в юго-восточной части ЗСП под юрско-меловыми отложениями мощностью от 0.5 до 3.3 км распространены венд-палеозойские осадочные комплексы, перекрывающие древний кристаллический фундамент. Удалось проследить границы распространения этих отложений (кроме северной части), составляющих Предъенисейский осадочный бассейн (ОБ), оценить их состав и мощности. Была создана структурно-геологическая модель осадочного комплекса, выполнены стратиграфическая корреляция отложений, палеотектонические и палеогеографические реконструкции. Геохимические исследования органического вещества в керне скважин проводились специалистами ИНГ СО РАН под ру-

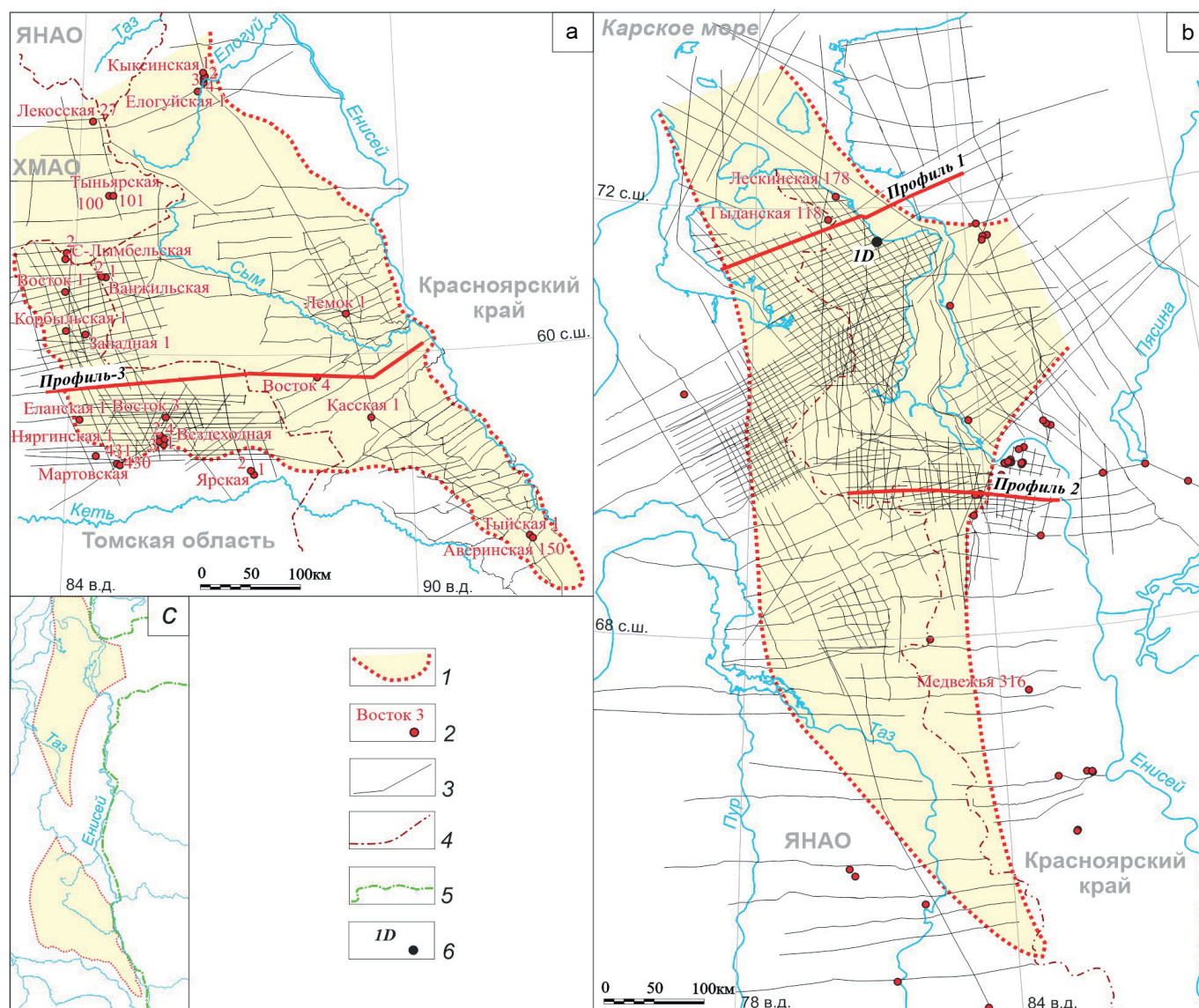


Рис. 1. Схема геолого-геофизической изученности Предъенисейского (а) и Гыданского (б) блоков и их взаимное положение (с): 1 — границы блоков; 2 — скважины, вскрывшие доюрские отложения; 3 — линии сейсмических профилей ОГТ; 4 — административные границы; 5 — граница ЗСП; 6 — точка моделирования погружений (см. рис. 6). Красным выделены линии профилей, приведенных на рисунках ниже

Fig. 1. Scheme of the geological and geophysical study of the Cis-Yenisei (a) and Gydan (b) blocks and their relative positions (c): 1 — block boundaries; 2 — wells drilled into pre-Jurassic deposits; 3 — seismic lines CMP; 4 — administrative boundaries; 5 — boundary of the West Siberian Plate; 6 — point of 1D basin modeling (see Fig.6). The lines of the profiles shown in the figures below are highlighted in red



ководством академика А. Э. Конторовича (Конторович и др., 2011; Конторович, Костырева, 2023; Костырева и др., 2025 и др.). Тем не менее анализ различных факторов не позволяет на сегодняшний день дать однозначную оценку перспектив нефтегазоносности Предъенисейского ОБ (Филиппов, Сараев, 2019).

Новые геолого-геофизические данные (уплотненная региональная сеть сейсмических профилей и бурение первых скважин) в пределах п-ова Гыдан и на прилегающих территориях свидетельствуют о наличии здесь другого древнего блока (рис. 1, b). Осадочный чехол этого блока, судя по сейсмогеологическим данным и материалам бурения двух скважин на Гыданской и Лескинской площадях, представлен преимущественно морскими рифейско-среднепалеозойскими, позднепалеозойскими континентального генезиса и вулканогенными пермско-раннетриасовыми отложениями. При этом скважинами вскрыты комплексы моложе ордовика включительно, а общая мощность разреза может составлять более 10 км. Комплексные исследования доюрского этажа по материалам бурения на Лескинском участке в последние годы проводились силами ООО «Газпромнефть НТЦ» при участии специалистов МГУ и СПбГУ, результаты опубликованы в отдельном номере журнала «ПРОНЕФТЬ». Профессионально о нефти» (2022. Т. 7, № 4). Анализ геофизических данных по всему Гыданско-Таймырскому региону ранее проводился главным образом специалистами АО «Таймыргеофизика» и других научно-исследовательских организаций (Казаис, 2012; Афанасенков и др., 2016, 2018; Кушнир, 2018 и др.), но не учитывал новые данные по скважинам — их бурение было проведено позже. Палеотектонические реконструкции ранее выполнялись специалистами ИНГТ СО РАН (Метелкин и др., 2012; Vernikovskiy et al., 2018; Конторович, Филиппов, 2021; Deev et al., 2024 и др.), но были сосредоточены на смежных территориях Горного Таймыра и Енисей-Хатангского прогиба и непосредственно погруженных доюрских комплексов на Гыдане не касались. Из-за ограниченности данных по территориям между северо-западной периферией Сибирской платформы (СП) и Гыданским блоком остаются неясными характер границ блока, его взаимоотношение с обрамляющими структурами СП и, соответственно, геодинамическая природа. С появлением новых, более качественных сейсмических материалов в сочетании с новыми данными бурения возникают дополнительные возможности для более детальных и корректных построений.

Основная цель настоящего исследования — на основе комплексного анализа геолого-геофизических данных попытаться построить адекватную модель геологического строения осадочных комплексов в пределах Гыданского блока, провести сравнительный анализ строения, тектонической истории, характера взаимоотношений со смежными структурами складчатого Таймыра, Енисейского тектонического пояса, Предъенисейского блока и Сибирской платформы; с учетом полученных результатов сделать предварительные выводы о нефтегазоносном потенциале доюрского комплекса в пределах блока.

В соответствии с этим перед авторами стояли следующие задачи: представить геологическую интерпретацию новых сейсмических данных по сети реги-

ональных профилей с учетом данных бурения, выполнить структурные построения по основным отражающим горизонтам, создать структурно-геологическую модель доюрских комплексов по территории Гыданского блока, покрытой наиболее кондиционной сетью профилей, выполнить реконструкции основных тектонических перестроек, провести анализ динамики погружений осадочных толщ и степени зрелости ОБ, оценить факторы потенциальной нефтегазоносности в сравнении с Предъенисейским блоком.

Фактический материал и методы

Результаты и выводы о строении доюрских отложений Предъенисейского ОБ базируются на наших с коллегами из ИНГТ СО РАН комплексных исследованиях, проведенных ранее для всех пробуренных на его территории скважин (всего более 30, включая опорные и глубокие (~5 км) параметрические), а также на геологической интерпретации всей имеющейся на сегодня региональной сети сейсмических профилей общей протяженностью свыше 20 тыс. км (рис. 1, а). Сейсмопрофилирование выполнялось разными организациями с 1976 по 2010 год и характеризуется неоднородным качеством.

Основными материалами для исследований Гыданского блока служили сейсмические разрезы по региональной сети профилей ОГТ (около 20 тыс. км, наиболее кондиционные — с 2006 по 2015 г.), данные двух скважин, пробуренных в 2021–2023 гг. на территории Гыдана (Гыданская-118, Лескинская-178) (рис. 1, b) и обнажения разновозрастных комплексов на прилегающей территории Горного Таймыра и Туруханно-Норильского района Сибирской платформы. Интерпретация и структурные построения (сеточные модели) по отражающим горизонтам выполнялись в оригинальном программном пакете Desmana, разработанном специалистами ИНГТ, и Surfer. В качестве основного методического подхода при выполнении интерпретации использовались детально разработанные и апробированные зарубежными и отечественными исследователями приемы сейсмической стратиграфии. Анализ погружений и зрелости органического вещества осуществлялся в одномерном варианте для выбранной точки с использованием программного комплекса PetroMod по стандартным методикам.

Предъенисейский блок

Большая часть результатов исследований по Предъенисейскому блоку была получена ранее Ю. Ф. Филипповым, а также его коллегами из ИНГТ СО РАН и в значительной степени опубликована. Поэтому здесь мы ограничимся только основными выводами и общей (обзорной) характеристикой объекта.

Как уже говорилось, в восточной части ЗСП под юрско-меловым осадочным чехлом были закартированы умеренно дислоцированные мощные (более 10 км) венд-палеозойские отложения, которые рассматриваются авторами в качестве Предъенисейского ОБ (Конторович и др., 2006; Филиппов, 2017 и др.) или точнее — суббассейна, поскольку он представляет собой западный фрагмент обширного Восточно-Сибирского венд-кембрийского солеродного бассейна (Филиппов, Сараев, 2019).

Геологический разрез. Результаты бурения глубоких параметрических скважин и сейсмические данные показали, что в современном разрезе здесь наиболее полно представлены вендские и кембрийские преимущественно карбонатные отложения морского генезиса, формировавшиеся на периферии консолидированного с Сибирским кратоном блока в позднем неопротерозе. В частности, нижние фрагменты кембрийского разреза в восточной части суббассейна (как и на прилегающей с востока части Сибирской платформы) представлены карбонатно-эвапоритовыми толщами с увеличенной мощностью до 3 км, а в западной — относительно глубоководными терригенно-карбонатными и углеродистыми толщами с заметно редуцированными мощностями в первые сотни метров (Конторович и др., 2021). В центральной части суббассейна эти фрагменты фрагментарно разделены линейной субмеридиональной зоной развития органических карбонатных построек, которая является западным продолжением известной Сибирской рифтовой системы.

Структурно-тектоническая характеристика. В подавляющем большинстве на сейсмических разрезах отчетливо прослеживается относительно спокойное субгоризонтальное и согласное залегание верхнедокембрийских и кембрийских осадочных комплексов (рис. 2), составляющих единый структурный этаж, что хорошо фиксируется как на вертикальных разрезах, так и по совпадающему характеру структурных поверхностей каждого стратиграфического комплекса в плане. На большей части территории отложения дислоцированы в пологие брахиформные складки, слегка вытянутые в северо-западном направлении конформно границам Енисейского тектонического пояса, окаймляющего западный край Сибирской платформы. В структурном плане нижнекембрийского комплекса в восточной части ОБ обособляются линейные валообразные структуры, связанные с проявлением соляной тектоники. Выше и ниже по разрезу они практически не проявлены. Аналогичные структуры того

же возраста и генезиса выявлены в Присаяно-Енисейской синеклизе СП (Троицко-Михайловский вал). Значимые разломы и проявления магматизма для большей части территории не характерны, их распространение прогнозируется по геофизическим данным, главным образом в краевых частях блока. Выполненные структурные построения позволили закартировать границы выходов разновозрастных стратиграфических комплексов на предъюрскую поверхность (Филиппов, 2017). На представленной в работе геологической карте показано, что на большей части территории отмечаются выходы разных стратиграфических уровней кембрия, при этом в зонах денудации на локальных поднятиях можно ожидать выходы вендских толщ, а во впадинах — ордовика и силура. Все более молодые осадочные комплексы (от девона и моложе) на территории ОБ отсутствуют.

Реконструкция тектонических событий. Ранее было показано, что в позднем неопротерозе (около 700–620 млн лет) у западной (в современных координатах) окраины Сибирского кратона и его складчатого обрамления на широте Енисейского кряжа был сформирован океанический бассейн и Исаковская островодужная система (Vernikovskiy et al., 2003; Kuzmichev, Sklyarov, 2016 и др.). В предвендское время элементы этой системы были сближены в пространстве с краевыми структурами кратона и частично обдуцированы на них (там же). Ю. Ф. Филипповым с коллегами была предложена модель последующих аккреционно-коллизионных событий, включающих вслед за островодужными комплексами приращение древнего Предъенисейского блока (микроконтинента) (Филиппов, 2017 и др.). После консолидации блока с краевыми структурами кратона, он, очевидно, представлял собой уже единую с ней структуру. Так, в венде и кембрии здесь формировались осадочные комплексы в условиях преимущественно эпиконтинентального эвапоритового суббассейна, являющегося западным фрагментом единого Восточно-Сибирского солеродного бассейна (Филиппов, Сараев, 2019).

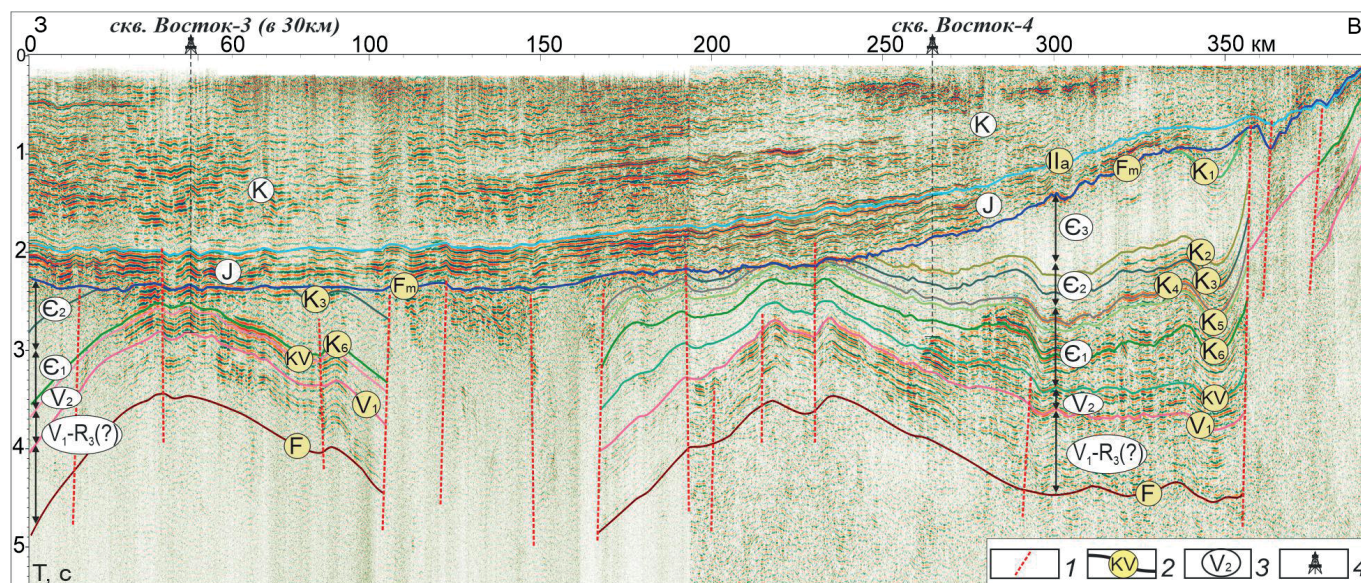


Рис. 2. Сейсмогеологический разрез по профилю 3: 1 — разломы; 2 — отражающий горизонт и его индекс; 3 — геологический возраст сейсмокомплексов; 4 — скважины. Положение профиля см. на рис. 1, а

Fig. 2. Seismic-geological section along the Line 3: 1 — faults; 2 — reflecting horizon and its index; 3 — geological age of seismic complexes; 4 — wells. The profile position is shown in Fig. 1, a



Одновременно с этим в раннем кембрии западные районы блока представляли собой активную континентальную окраину, где был сформирован полуоткрытый задуговой бассейн с проявлением характерных бимодальных магматических комплексов, вскрытых скважиной № 4 на Вездеходной площади (северо-восток Томской области). Удаленные фрагменты самой островной дуги, постепенно мигрировавшей к западу (в современных координатах), по-видимому, вскрыты скважинами на Чкаловской площади в левобережной части Оби между устьями рек Тым и Вах (Симонов и др., 2020).

Согласно нашим с коллегами палеогеографическим реконструкциям (Филиппов, Сараев, 2019) в венде и кембрии осадконакопление в пределах бассейна проходило в различных фациальных обстановках — от относительно глубоководной зоны открытого шельфа на западе до эпиплатформенного эвапоритового суббассейна на востоке, разделенных линейной субмеридиональной зоной биогермных построек в центральной части. Важным моментом является обнаружение во вскрытых скважинами западных разрезах аналогов обогащенной органическим веществом (ОВ) куонамской свиты раннесреднекембрийского возраста (пайдугинская свита), развитой на СП и представляющей интерес в качестве потенциальной нефтематеринской толщи.

Нефтегазоносность. Выявленная палеогеографическая зональность осадочного бассейна закономерно обусловила дифференциацию потенциально нефтегазовых осадочных систем в восточной и западных частях. Это касается как нефтегенерационных комплексов, так и структурно-литологических характеристик резервуаров. Так, в западных районах наряду с традиционными для СП докембрийскими потенциально нефтематеринскими толщами может иметь значение и вышеупомянутая пайдугинская свита раннесреднекембрийского возраста — аналог куонамской свиты на СП. В восточной части Предъенисейского ОБ она отсутствует. С другой стороны, в восточной части важную роль в качестве высококачественных флюидоупоров могут играть солеродные толщи верхнего венда и кембрия, которые отсутствуют в западных районах. Ранее нами была продемонстрирована схожесть потенциальных нефтегазоносных комплексов Предъенисейского ОБ с распространенными в Южно-Тунгусской нефтегазоносной области комплексами (Филиппов, Сараев, 2019).

Для более достоверной оценки потенциала нефтегазоносности Ю. Ф. Филипповым с коллегами было проведено бассейновое моделирование, включающее режим погружения осадочных комплексов, степени преобразования органического вещества и оценку времени генерации углеводородов. По сейсмическим материалам с привязкой основных отражающих горизонтов к литостратиграфическим уровням по скважинным данным был построен набор структурных карт и карт первичных мощностей разновозрастных отложений. В качестве целевых потенциально нефтегазоматеринских толщ анализировались две толщи — докембрийская (предполагаемая) и кембрийская («куонамская»). Результаты показали, что для докембрийских потенциально нефтематеринских толщ процессы генерации (и последующей миграции) углево-

дородов могли начаться уже в кембрии, а для кембрийских — в ордовике.

Комплексные геохимические исследования ОВ в керне скважин проводились специалистами ИНГГ СО РАН (Конторович и др., 2011; Конторович, Костырева, 2023; Костырева и др., 2025). По их результатам на разных уровнях венд-кембрийского разреза были отмечены проявления этих генерационных и миграционных процессов, включая наличие автохтонных и аллохтонных битумоидов, а также небiodeградированных нефтидов в пустотах керна.

Следует отметить другой важный момент, связанный с эволюцией нефтегазовой системы. Геолого-геофизические данные свидетельствуют о значительных масштабах последующей денудации, связанной главным образом с герцинской орогенцией и складчатостью. Эти процессы неизбежно должны были отрицательно сказаться на сохранности потенциальных залежей. Наибольший интерес в отношении перспектив нефтегазоносности Предъенисейского ОБ представляет субмеридиональная зона развития биогермных построек.

Гыданский блок

В восточной части плиты, помимо Предъенисейского блока, в левобережной части Енисея, охватывающей восточную часть Гыданского полуострова до широты Туруханска на юге, специалистами СНИИГТиМС ранее выделялась область «докарельской и карельской складчатости, переработанной байкальским тектогенезом» (Сурков, Жеро, 1981). При этом в самой северной части Гыдана предполагалось продолжение позднегерцинских структур складчатого Таймыра и Предтаймырского «протоорогенного» прогиба. С запада и юго-востока эта область ограничивалась раннемезозойскими грабен-рифтовыми структурами (Колтогорско-Уренгойской и Худосейской соответственно).

Геологический разрез. Как уже упоминалось, доюрские осадочные комплексы непосредственно в пределах этой области вскрыты только двумя скважинами (в диапазоне от среднего ордовика до триаса). О наличии более древних отложений, перекрывающих архейско-протерозойский фундамент блока, можно судить по материалам сейсмического профилирования ОГТ в лево- и правобережной частях Енисея. Они позволяют проследить на территории Гыдана погребенные под мезозойским осадочным чехлом ЗСП докембрийские и раннепалеозойские толщи, выходящие на дневную поверхность в северо-западной части СП и на западе Таймыра.

Нижние фрагменты осадочного разреза в Таймырском (Шренк-Фаддеевский геологический район) и Турухано-Норильском (Игарское поднятие и Туруханский выступ) районах представлены разнофациальными карбонатно-терригенными осадочными, метаосадочными комплексами и вулканитами верхнего рифея общей мощностью не менее 2.5–3 км. По сейсмическим данным, мощность верхнерифейских осадочных толщ на территории Гыдана может значительно увеличиваться (до 6–7 км), при этом не исключено наличие в основании осадочного чехла более древних толщ среднерифейского возраста (Казаис, 2012; Балдин, Мунасыпов, 2017; Кушнир, 2018), которые об-

нажены южнее — на Туруханском поднятии. Ниже приведен один из субширотных сейсмогеологических разрезов, пересекающих Гыданский п-ов и западную часть Таймыра (рис. 3), на котором рифейский комплекс выделен между отражающими горизонтами F и R₀.

Выше залегают терригенно-карбонатные отложения венда и палеозоя (до раннекаменноугольных включительно) (Вилесов и др., 2022) преимущественно морского генезиса, которые широко представлены и изучены в пределах Игарского выступа и на западе Таймыра, где они перекрывают рифейские комплексы с угловым несогласием. В северо-восточной части Гыданского блока значительных структурных несогласий и региональных стратиграфических перерывов по сейсмическим данным не выявлено — они носят локальный характер. Мощность комплекса более 5 км.

Осадочные комплексы среднего карбона — средней перми представлены терригенными формациями от морских флишеидных до континентальных угленосных. Их мощность в пределах блока может достигать более 3 км — так же, как на западном Таймыре и в Туруханно-Норильском районе. Верхнепермские и нижнетриасовые толщи в пределах Гыданского блока являются полным аналогом вулканогенно-осадочных пород трапповой формации, распространенной на обширных территориях Горного Таймыра и Тунгусской синеклизы. Комплекс в разной степени денудирован (местами полностью), а максимальные мощности сохранившихся фрагментов могут составлять более 2 км. Средневерхнетриасовые терригенные отложения (тампейская серия и ее аналоги), по сейсмическим данным, также неравномерно распространены в пределах Гыданского блока, концентрируясь в наиболее погруженных зонах, где их мощность может достигать 1 км.

Структурно-тектоническая характеристика.

Гыданский блок очень слабо изучен буровыми работами, поэтому основным источником информации о его структуре служат результаты регионального сеймопрофилирования ОГТ, при этом покрытие территории сетью профилей остается неравномерным (рис. 1, b). В качестве основы для корреляции и интерпретации использовалась наиболее кондиционная по

плотности сеть, отработанная в северо-восточной части Гыдана. Для увязки сейсмических и геологических данных использовались субширотные сейсмические профили, протягивающиеся с Таймыра и северо-западных районов СП, где доюрские отложения выходят на дневную поверхность. По результатам геологической интерпретации сейсмических разрезов нами был построен набор структурных карт по поверхностям основных сейсмостратиграфических комплексов и карт их толщин. Затем на этой основе были составлены геологические карты поверхности доюрского основания ЗСП со снятыми: а) позднетриасовыми и более молодыми отложениями и б) трапповым комплексом (P₃-T₁) (рис. 4).

Трапповые образования, слагающие отдельный структурный этаж, в пределах площади занимают большую часть поверхности доюрского основания. Более древние отложения обнажены только в центральной части площади. На «предтрапповой» поверхности наиболее широко представлены терригенные толщи среднекаменноугольно-среднепермского возраста, которые с регионально выраженным несогласием перекрывают более древние осадки и заполняют отрицательные структуры. Области выхода на «предтрапповую» (или предъюрскую, где траппы отсутствуют) поверхность дислоцированных в пологие брахиформные складки верхнедокембрийско-раннекаменноугольных терригенно-карбонатных пород занимают центральную часть площади на северо-востоке Гыдана. В региональном плане они составляют единый мегакомплекс отложений, аналогичный одновозрастному чехлу СП. Безусловно, как и на платформе, здесь присутствуют внутриформационные перерывы и несогласия, но в целом, судя по имеющимся геолого-геофизическим материалам, он формировался в сходных условиях перикратонной части платформы, а позже подвергся структурным преобразованиям.

В восточной части этой площади фиксируются локальные зоны поднятий, где непосредственно под траппами развиты наиболее древние рифейские комплексы осадочного чехла. Южнее, уже на широте г. Дудинки на сейсмических разрезах, пересекающих лево- и правобережные территории Енисея, также отчетливо фик-

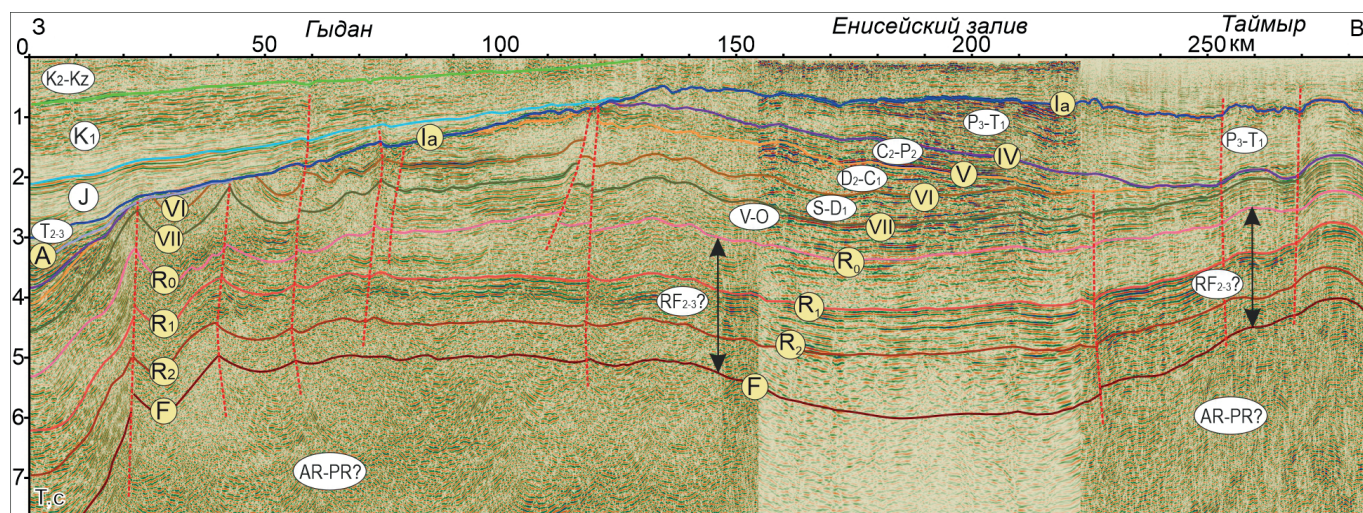


Рис. 3. Сейсмогеологический разрез по композитному профилю 1. Условные обозначения см. на рис. 2. Положение профиля см. на рис. 1, b

Fig. 3. Seismic-geological section along the composite Line 1. The symbols are shown in Fig. 2. See the profile position in Fig. 1, b

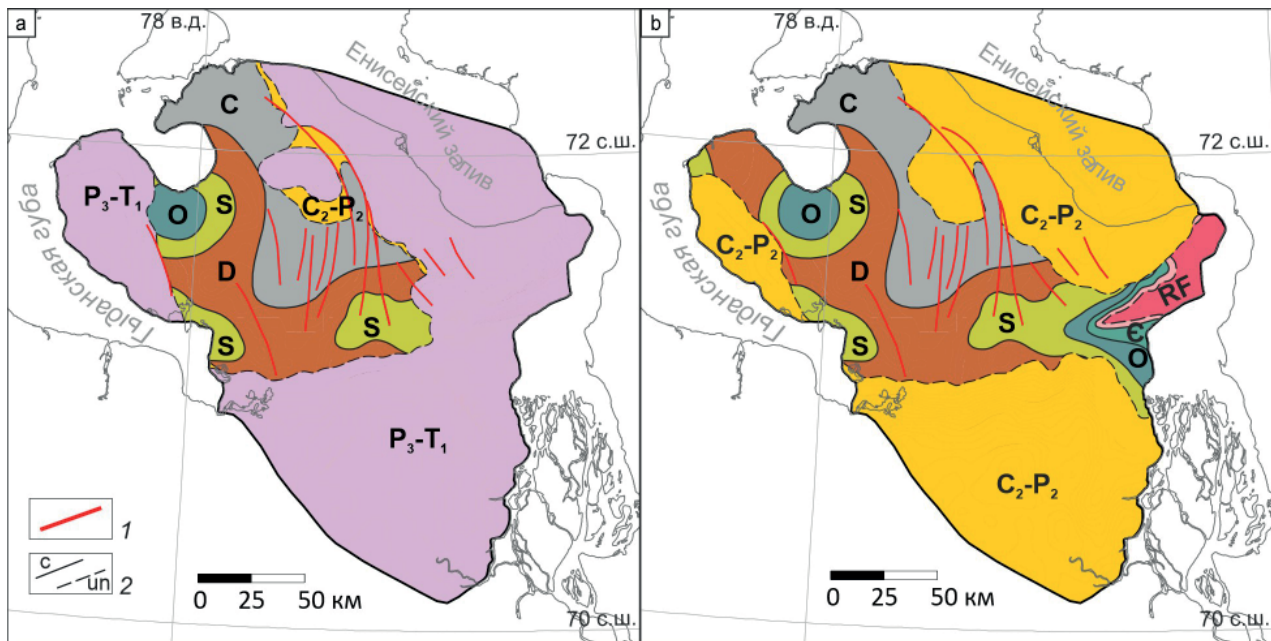


Рис. 4. Геологическая карта северо-восточной части Гыданского блока со снятыми осадочными комплексами чехла ЗСП (а) и пермско-триасовыми вулканогенными комплексами (б): 1 — предполагаемые разломы; 2 — геологические границы (с — согласные, un — несогласные)

Fig. 4. Geological map of the northeastern part of the Gydan Block with the removed sedimentary complexes of the West Siberian Plate cover (a) and the Permian-Triassic volcanogenic complexes (b): 1 — supposed faults; 2 — geological boundaries (c — conformable, un — unconformable)

сируются зоны поднятия блоков фундамента по разломам взбросо-надвигового характера, сопровождающиеся складчатостью юго-восточной вергентности. На приведенном разрезе (рис. 5) заметно различное соотношение этих поднятых блоков с разновозрастными перекрывающими осадочными толщами.

Так, в восточной части этого разреза (правобережье р. Енисей) фиксируется предвендское несогласие, характерное для западных районов СП, где складчатые и частично денудированные комплексы рифея перекрыты пологозалегающими вендскими и более молодыми раннепалеозойскими отложениями. Непосредственно в районе р. Енисей и прилегающей левобережной части на предъюрской поверхности обнажаются наиболее древние фрагменты рифея, а перекрывающие венд-палеозойские толщи полностью размыты. При этом юрско-меловые толщи чехла ЗСП плащеобразно перекрывают дислоцированный рифей, никак не наследуя его структуру.

Еще западнее, в центральной части разреза, фиксируется другой, достаточно узкий (не более 30–40 км) выступ с характерной для существенно дислоцированных структур хаотичной волновой картиной. Непосредственно над этим выступом фиксируется амплитудное воздымание юрских и меловых толщ с денудацией значительной части последних, что резко отличает его от восточного и говорит о существенно более молодом (поздний мел — кайнозой) возрасте формирования поднятия.

Важным моментом является тот факт, что эта линейная в плане зона выступов протягивается под мезозойским чехлом ЗСП в левобережной части Енисея далеко на юг, а на севере (с поворотом на восток) прослеживается вдоль южного борта Енисей-Хатангского регионального прогиба (ЕХРП). Эта зона на всем протяжении совпадает с хорошо выраженными линейны-

ми положительными аномалиями магнитного и гравитационного полей, которые в свое время послужили основанием для выделения здесь Худосейского грабен-рифта (Сурков, Жеро, 1981), переходящего в северной части в рифтогенную структуру в основании ЕХРП.

Как показывают сейсмические материалы, ничего общего с грабен-рифтовыми структурами эта зона не имеет. Вместо ожидаемой зоны прогибания в условиях растяжения фиксируется зона «молодых» (мелкайнозойских) дислокаций и поднятий в условиях сжатия и полное отсутствие триасовых базальтовых комплексов, которые прослеживаются западнее и южнее, а в пределах ЕХРП — севернее. При этом прилегающие к этим зонам со стороны СП выступы складчатых рифейских комплексов более раннего генезиса (позднерифтинского?), никак не проявившихся в структуре перекрывающего их мезозойского чехла, приурочены, наоборот, к отрицательным магнитным аномалиям, как и весь Енисейский тектонический пояс. Чем объясняется такая дифференциация выступов и очень контрастная граница между ними в потенциальных полях, не совсем ясно — для этого требуется проведение дополнительных исследований.

Дизъюнктивная тектоника характеризуется довольно сложными взаимоотношениями и гетерогенностью нарушений, а качество сейсмических материалов и редкая сеть профилей не всегда позволяют провести уверенную корреляцию. Тем не менее в пределах уплотненной сети на северо-востоке Гыдана удается выделить наиболее выраженные амплитудные разломы как минимум трех генераций, дифференцируемых по морфологии, возрасту и кинематике. Разломы наиболее ранней стадии носят взбросовый (возможно, со сдвиговой составляющей) характер и секут отложения рифейского комплекса, а их простира-

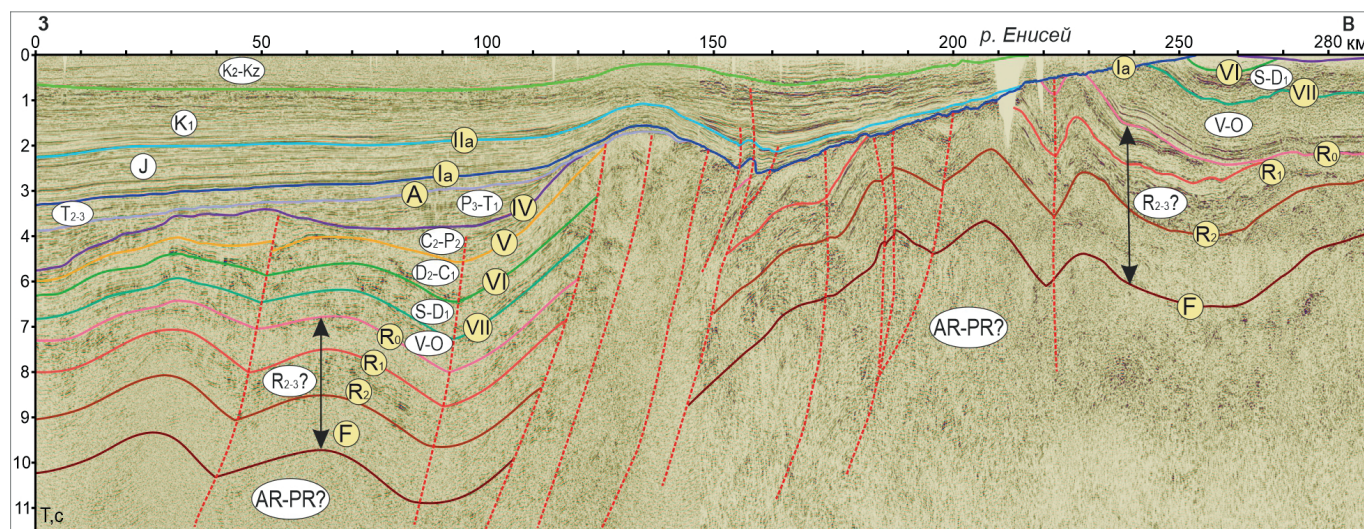


Рис. 5. Сейсмогеологический разрез по композитному профилю 2. Условные обозначения см. на рис. 2. Положение профиля см. на рис. 1, b

Fig. 5. Seismic-geological section along the composite Line 2. The symbols are shown in Fig. 2. See the profile position in Fig. 1b

ние в целом конформно границам СП. Позднегерцинские и раннекиммерийские разломы относятся преимущественно к взбросонадвигам и часто секут весь доюрский разрез, при этом амплитуды достигают более километра. Следует отметить, что субсинхронная складчато-надвиговая дугообразная система Горного Таймыра субширотного простирания в гыданской части уже не прослеживается — по-видимому, ее западный фланг разворачивается в северном направлении (в акваторию Карского моря), огибая Карскую плиту с запада, как это и зафиксировано на тектонической схеме (Верниковский и др., 2013). Третья генерация включает самые молодые разломы кайнозойского возраста, которые сконцентрированы преимущественно в чехле ЗСП и самых верхних частях палеозойского разреза.

В целом результаты интерпретации сейсмических данных подтверждают выводы ряда специалистов (Казаис, 2012; Балдин, Мунасыпов, 2017; Кушнир, 2018 и др.) о том, что мощные доюрские осадочные комплексы, включая рифейские, продолжают под мезозойским чехлом ЗСП (и ЕХРП) в пределах Гыданского блока. Отложения среднего (?) и верхнего рифея распространены повсеместно, имеют значительные мощности и носят субплатформенный характер (умеренные градиенты мощностей, «пологая» складчатость). На единичных субширотных сейсмических профилях, пересекающих восточную часть Гыданского блока, западные районы Горного Таймыра и ЕХРП, никаких значимых тектонических границ не отмечается. Все докембрийские и палеозойские осадочные комплексы отчетливо прослеживаются в транзитной зоне Енисейского залива, а также к западу и востоку от нее.

Предполагаемая граница блока не выражена и в потенциальных полях. Только южнее широты г. Дудинки на сейсмических разрезах отмечаются упомянутая выше узкая линейная зона, к которой приурочена контрастная граница, а также выраженное поднятие в юрско-меловом осадочном чехле, свидетельствующее о ее реактивации в позднем мелу — кайнозое. Полноценной шовной зоной (сутурой) ее по ряду характеристик считать сложно, вероятно, ее нали-

чие — следствие тектонических событий на западном и северном флангах СП в позднегерцинско-раннекиммерийское время и их реактивации в кайнозое. Аналогичные по характеру и времени события фиксируются южнее, в частности на речном сейсмическом профиле по р. Нижняя Тунгуска (Ефимов и др., 2017).

В левобережной части Енисея от устья Подкаменной Тунгуски до упомянутых профилей на широте г. Дудинки кондиционные сейсмические материалы, характеризующие строение доюрских комплексов, практически отсутствуют. Тем не менее есть другие надежные свидетельства распространения на этих территориях под мезозойским чехлом ЗСП древних комплексов. Так, в скв. Медвежья-316 под юрскими отложениями вскрыты метаморфизованные углеродистые сланцы, возраст которых, по данным изотопного (U-Pb) датирования, составляет более 2.1 млрд лет (Кринин, 2024). Аналогичный возраст (2 млрд лет) получен по некоторым цирконам (SHRIMP-II) из гранитов, вскрытых на Тыньярской площади на востоке Ханты-Мансийского округа (Иванов и др., 2012). Колонковыми скважинами на Костровской и Ермаковской площадях (в 100 км южнее Медвежьей-316) вскрыты метаморфизованные сланцы и мраморы, относимые к протерозою (Старосельцев, 2016; Кринин, 2024). Некоторые специалисты однозначно трактуют эти свидетельства в пользу продолжения структур фундамента СП на запад под чехлом ЗСП (Кринин, 2024), другие считают их фрагментами байкалид Енисейского тектонического пояса — складчатого обрамления СП, где, как и на Енисейском кряже, могут встречаться архейско-протерозойские ядра (Старосельцев, 2016).

Реконструкция тектонических событий. Что касается непосредственно Гыданского блока (севернее широты г. Дудинки), то здесь ситуация иная — поздне-рифейская (байкальская) складчатость проявлена заметно слабее и выражена пологими складками и локальными перерывами, главным образом с перекрывающими их венд-палеозойскими отложениями. Качество сейсмических материалов не позволяет проанализировать их более детально, но в целом следует констатировать, что следы аккреционных событий



конца рифея — начала венда на северном фланге СП, которые привели к образованию Центрально-Таймырского орогенического пояса (Метелкин и др., 2012; Самыгин, 2018 и др.), непосредственно на территории Гыдана не проявлены или проявлены слабо. Вероятнее всего, эти события охватывали только северные районы Таймыра, как это показано на тектонических схемах (Верниковский и др., 2013).

С позднего венда и на протяжении большей части палеозоя (до среднего карбона) в пределах Гыданского блока, как и на территории западной части Горного Таймыра, представлявших собой на тот период пассивную континентальную окраину Сибирского крата, происходило накопление морских терригенно-карбонатных отложений. На это косвенно указывает как характер напластования отложений, который отмечается на сейсмических разрезах, так и литофациальный состав отложений, вскрытых скв. «Лескинская-178» и обнаженных в пределах Горного Таймыра.

С середины каменноугольного времени во всем регионе преимущественно морские условия осадконакопления сменяются прибрежно-морскими и континентальными. Такая резкая смена была обусловлена, в частности, коллизионными процессами на границе Карского микроконтинента и северной окраины Сибирского крата в позднекаменноугольное время (Metelkin et al., 2005 и др.), последующей орогенией и формированием форландового ОБ. Одновременно с этим на обширных территориях в пределах современных границ ЗСП проходили процессы, связанные с закрытием Уральского палеоокеана, что также отразилось на фациальном составе отложений и новых источниках сноса. Эти процессы проявились и в пределах Гыданского блока, где в условиях регионального сжатия отмечаются дифференцированные субвертикальные смещения микроблоков, деформация осадочных толщ и их частичная денудация. С позднекаменноугольного времени фиксируется существенное прогибание территории и формирование нового (форландового) ОБ с накоплением терригенных угленосных формаций.

На рубеже перми и триаса режим сжатия сменился растяжением с формированием трапповой провинции и сопутствующим рифтогенезом на территории ЗСП. В это время происходит достаточно быстрое накопление мощных вулканогенных и вулканогенно-осадочных толщ с сопутствующими процессами теплового, гидротермального и структурного воздействия на осадочную матрицу более древних отложений. В этом отношении территория Гыданского блока вряд ли существенно отличалась от смежных районов СП, ЕХРП и Таймыра — все они, по сути, являлись частями единой Сибирской трапповой провинции.

Повторная орогенция в области Карского блока, следовавшая с начала среднего триаса, привела к новым структурным перестройкам на Гыдане и Горном Таймыре. В пределах Гыданского блока формируются новые пликвативные структуры и разломы, секущие весь доюрский разрез. При этом в наиболее удаленных от Карского блока районах эти процессы проявлены слабее — там продолжает формироваться прогиб и накопление толщ тампейской серии триаса — базальных горизонтов осадочного чехла ЗСП.

В юрский и меловой периоды доюрские комплексы начинают постепенно и неравномерно погружаться, над ними формируется осадочный чехол ЗСП. В северной части блока их мощность незначительна (менее 1 км), а южнее, при приближении к депоцентру ЕХРП, она резко возрастает до 6–7 км. В кайнозое в северных районах ЗСП и ЕХРП фиксируется еще один этап тектонической активизации, с которым связано завершение формирования локальных линейных антиклинальных структур (в частности, Танамо-Малохетский и Рассохинский мегавалы в пределах ЕХРП, поднятия, приуроченные к северным фрагментам Колтогоро-Уренгойского грабен-рифта ЗСП), в том числе и в упомянутой выше линейной зоне к северо-западу от г. Дудинки, которая, по-видимому, унаследована от более древней деформационной структуры неясного генезиса.

Нефтегазоносность. В обнажениях и неглубоких колонковых скважинах в западных районах Горного Таймыра, где палеозойские комплексы выходят на дневную поверхность, обнаружены проявления нефти, газа и битумов. По результатам бурения глубоких скважин («Лескинская-178» и «Гыданская-118») на Гыданском полуострове также получены свидетельства проходивших в отложениях нефтегенерационных процессов — в керне обнаружены битумопроявления, выпоты нефти, насыщения ее по порам и трещинам. Кроме того, на Лескинской площади были частично вскрыты потенциально нефтегазоматеринские толщи (ПНГМТ) силурийского и пермского возраста. Определенные перспективы (практически не изученные) могут быть связаны и с докембрийскими осадочными комплексами, промышленная нефтегазоносность которых доказана на СП.

В целом во вскрытой скважинами части осадочного выполнения Гыданского блока предварительно выделяются силур-нижнекаменноугольный и пермско-нижнетриасовый потенциально нефтегазоносные комплексы (ПНГК), детальные характеристики которых на сегодняшний день изучены достаточно слабо.

В качестве ПНГМТ для нижнего силур-нижнекаменноугольного ПНГК рассматривается вскрытая скважиной на Лескинском участке раннесилурийская толща граптолитовых сланцев, которая содержит органическое вещество I–II типа, обладающее высоким потенциалом к генерации жидких УВ (среднее — 113 мг УВ/г ТОС). Аналогичные породы доманиковой формации известны на западе Таймыра (Болдушевская и др., 2012). Аналитические исследования ОБ в керне (Бакай и др., 2022; Морозов и др., 2022) указывают на его переходную катагенетическую преобразованность от главной зоны нефтеобразования (ГЗН) к главной зоне газообразования (ГЗГ) (МК₃–МК₅) (здесь и далее — по шкале С. Г. Неручева, В. Б. Вассоевича и Н. В. Лопатина). Кроме того, анализ битумоидов выявил многократность процессов генерации и миграции углеводородов и значительную степень реализации исходного потенциала, который мог достигать 400–700 мг УВ/г С_{орг}. Потенциальные коллекторы для нижнего ПНГК в разрезах скважин прогнозируются на разных стратиграфических уровнях силура и девона, где представлены трещиновато-кавернозными доломитами (Ершова и др., 2022). Наряду с этим в качестве потенциальных коллекторов можно рассматривать зоны развития био-

гермных построек и их обломочных шлейфов, которые косвенно фиксируются по волновой картине на сейсмических разрезах (Букатова, 2022). Исследования кернового материала и данных ГИС показывают наличие в разрезе перекрывающих достаточно плотных карбонатно-глинистых толщ, которые можно рассматривать в качестве региональных покровов.

Среднекаменноугольно-нижнетриасовый ПНГК в пределах блока не охарактеризован керном (отобран шлам) и выделяется нами по ГИС и сейсмическим данным с учетом информации о синхронных отложениях на западе Таймыра. В качестве ПНГМТ здесь рассматриваются глинисто-алевритовые отложения ранне- и среднепермского возраста (Болдушевская и др., 2012). Нефтегазоносный потенциал пермских отложений в скважине «Лескинская-178» подтвержден пиролитическими исследованиями образцов шлама (Морозов и др., 2022). Данные анализа кернового материала показывают, что органическое вещество толщи характеризуется III типом со значительным генерационным потенциалом (НГ от 84 до 370 мг УВ/г $C_{орг}$) (Морозов, 2022). В пермском разрезе скважин встречаются небольшие по мощности слои песчаников, гравелитов и конгломератов, чередующиеся с пластами глинистых отложений. Такое переслаивание терригенных фаций с хорошими коллекторскими свойствами и надежными флюидоупорами при подходящих структурных условиях может создавать локальные многопластовые залежи, аналогичные продуктивным пермско-триасовым осадочным комплексам в Вилуйской синеклизе.

Важным этапом для оценки нефтегазоносного потенциала территорий, особенно малоизученных, является бассейновое моделирование, которое позволяет восстановить историю формирования ОБ, время созревания ОБ и генерации УВ. Ранее такая попытка моделирования в одномерном варианте была предпринята специалистами «Газпромнефть НТЦ» по скв. «Лескинская-178» (Зинченко и др., 2022). По ее результатам было установлено, что нефтегазоматеринский потенциал силурийской ПНГМТ был практически полностью исчерпан в раннем триасе.

Следует отметить, что скважина находится в зоне значительного поднятия доюрских комплексов и не может характеризовать всю территорию. Для более корректных оценок нами было выполнено аналогичное моделирование в точке 1D (положение показано на рис. 1, б), которая была выбрана исходя из условий небольшой удаленности от скважины, где разрез детально изучен, положения на сейсмическом профиле с умеренно дислоцированными осадочными комплексами, сохранившими первичные мощности от денудации, минимальной глубины залегания палеозойских пород и их увеличенной мощности. В качестве ПНГМТ рассматривались сланцевая толща раннего силура и ранне-, среднепермские глинисто-алевритовые толщи. Плотность теплового потока принималась согласно ранее сделанным оценкам (Зинченко и др., 2022; Полянский и др., 2025).

Результаты моделирования приведены на рис. 6. График показывает, что ОБ высокоуглеродистых силурийских пород к настоящему времени, вероятно, уже преобразовано до стадии АК, а в нижней части пермских пород — до стадии МК₃, в верхней — МК₂. При

этом в главной зоне нефтеобразования силурийская толща должна была оказаться с раннекаменноугольного времени до раннего триаса. В дальнейшем, раннем-среднем триасе, согласно модели, ОБ было преобразовано до стадий апокатагенеза, чему способствовало резкое повышение теплового потока и накопление мощных вулканогенных толщ. Пермская толща достигла главной зоны нефтеобразования только в раннем триасе, после чего также оказалась под воздействием теплового потока и достаточно быстро реализовала свой генерационный потенциал.

Очевидно, что слабая изученность разреза, крайне ограниченное количество скважин не позволяют на сегодняшний день оценить достоверность модели и надежность сделанных выводов даже в одномерном варианте. Тем более не приходится говорить об ее обоснованности и информативности для всей территории Гыданского блока — пока это предварительные оценки в первом приближении для известных на сегодня параметров системы. Надо также иметь в виду, что существенная неопределенность при восстановлении тепловой истории и динамики реализации нефтегенерационного потенциала осадочных комплексов традиционно связана с вариациями глубинного теплового потока во времени. Для решения этой проблемы и повышения точности тепловой модели необходимо привлечение новых керновых материалов по всему геологическому разрезу и по возможности на разных глубинах. Пока мы имеем модельные расчеты только для двух точек в одном районе в северо-восточной части Гыдана, которые тем не менее позволяют провести некоторую экстраполяцию для подобных разрезов в данном диапазоне глубин.

Ограниченное количество проведенных геолого-геофизических работ не позволяет выполнить и надежные количественные оценки нефтегазоносного потенциала — роль многих важных факторов остаётся неопределенной. Тем не менее можно сделать предварительные выводы, касающиеся более изученной северо-восточной части блока.

Во-первых, в доюрском разрезе выделяется как минимум два полноценных нефтематеринских комплекса. Результаты проведенных исследований позволяют предположить их широкое распространение в пределах Гыданского блока, что наряду с наличием потенциальных коллекторов и флюидоупоров в палеозойском разрезе позволяет оценивать возможный ресурсный потенциал этих осадочных комплексов с осторожным оптимизмом. Кроме того, имеются прямые признаки нефтегазоносности доюрских толщ как в пределах Гыданского блока, так и на западе Таймыра.

С другой стороны, проведенные модельные расчеты указывают на значительную степень реализации генерационного ресурса силурийской ПНГМТ уже в раннем триасе, к настоящему времени полностью исчерпанного. В этом смысле сохранность сформированных в триасе потенциальных залежей после дальнейших тектонических событий и структурных перестроек может вызывать вопросы и соответствующие риски. Пермская ПНГМТ с раннего триаса могла генерировать жидкие УВ, но к сегодняшнему дню, вероятно, реализовала лишь незначительную часть своего генерационного потенциала.

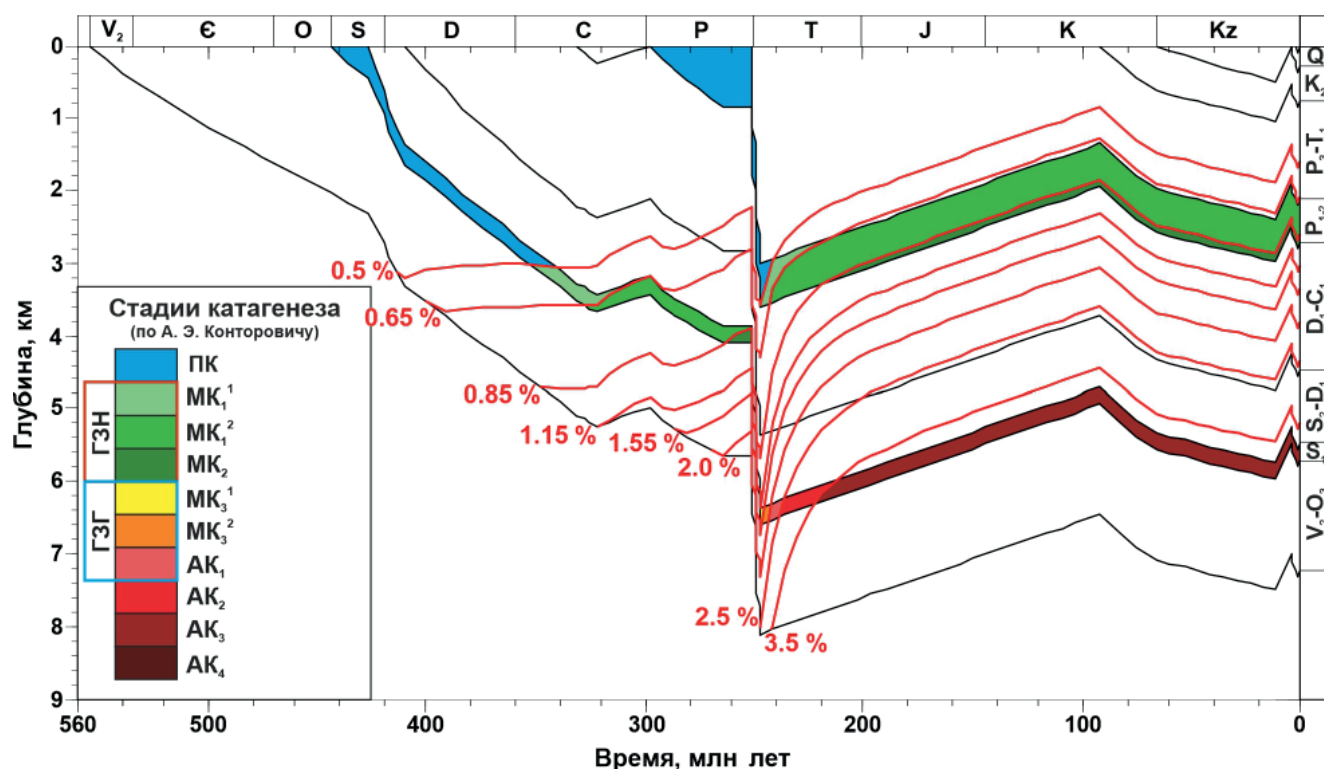


Рис. 6. Динамика погружений и степени катагенетической преобразованности ОВ осадочных комплексов по результатам моделирования в точке 1D. Положение точки 1D показано на рис. 1. Красными изолиниями показаны модельные значения отражательной способности витринита

Fig. 6. The burial history and the dynamics of thermal maturity of organic matter according to the results of basin modeling at point 1D. The position of point 1D is shown in Fig. 1. The red isolines show the model values of the reflectivity of vitrinite

В-третьих, на территории выделяются дизъюнктивные нарушения разной кинематики, секущие доюрские комплексы, с которыми также могут быть связаны определенные перспективы нефтегазоносности. Это могут быть и зоны трещиноватости в карбонатных породах с формированием вторичных коллекторов, и зоны тектонического экранирования, и проводящие зоны в периоды максимумов генерации и миграции углеводородов. При этом более молодые (от позднего триаса и моложе) дизъюнктивные нарушения могли сыграть отрицательную роль в сохранности сформировавшихся потенциальных залежей.

Развитие в пределах блока трапповых формаций — еще один существенный фактор, который мог оказывать различное влияние на потенциальную нефтегазоносность территории с точки зрения как структурного преобразования осадочной матрицы и эпигенетических изменений порово-трещинного пространства пород, так и теплового воздействия (Полянский и др., 2025). В целом такое влияние безусловно отрицательное, что также необходимо учитывать.

По нашему мнению, наиболее перспективные в нефтегазоносном отношении объекты будут сосредоточены на северо-востоке Гыданского п-ва. Потенциально нефтегазоносные осадочные комплексы здесь залегают на доступных для бурения глубинах, характеризуются умеренной дислоцированностью и небольшими градиентами мощностей, а также благоприятными палеофациальными условиями. В южных частях блока доюрские комплексы погружены уже на значительные глубины под мезозойским осадочным чехлом ЗСП, а к западу они в значительной степени денудированы.

Закключение

Комплексный анализ полученных геолого-геофизических материалов позволяет уверенно говорить о наличии в фундаменте восточной части ЗСП древних устойчивых блоков вдоль западного и северо-западного флангов СП. В южной части это крупный (около 200 тыс. км²) Предъенисейский блок, выделяемый к западу от Енисейского кряжа. Установлено, что в пределах блока развиты умеренно дислоцированные венд-раннепалеозойские осадочные комплексы, формировавшиеся в условиях окраинного суббассейна, который на протяжении длительного времени составлял западную часть крупного Восточно-Сибирского ОБ.

Предварительный анализ совокупности данных показывает неоднозначную картину в плане прогноза нефтегазоносного потенциала отложений в пределах Предъенисейского блока. С одной стороны, в керновом материале ряда скважин имеются явные свидетельства процессов генерации и миграции УВ в венд-кембрийских отложениях, обнаружена кембрийская потенциально нефтематеринская толща — аналог куонамской формации на СП, выявлен ряд других факторов, благоприятных для прогноза возможных залежей. С другой — выявлена достаточно высокая степень катагенетических преобразований ОВ в породах, по результатам моделирования погружений определен существенно ранний возраст генерации УВ, что наряду с зафиксированными масштабными процессами денудации в позднегерцинское время могло критически сказаться на сохранности залежей.

К северу контуры блока в связи со слабой изученностью сейсмическими и буровыми работами не определены. Как было отмечено, есть свидетельства наличия древних (архейско-протерозойских) метаморфизованных образований в левобережной части Енисея от устья р. Елогуй до широты г. Игарка. Они могут представлять либо суженное (и более дислоцированное) продолжение Предъенисейского блока, а точнее его приподнятый фундамент, либо складчатые структуры Енисейского тектонического пояса, окаймляющего западный фланг СП, которые существенно переработаны в позднегерцинское время (и позднее, в мезозое и кайнозое) и обнажаются на Енисейском кряже, Туруханском и Игарском краевых поднятиях. Их положение условно показано на тектонической схеме (рис. 7).

Еще севернее кондиционные сейсмические материалы, охватывающие территории лево- и правобережья Енисея, находятся только с широты г. Дудинки и на Гыдане. Все они уверенно указывают на наличие дру-

го древнего устойчивого блока — Гыданского, контуры которого на сегодняшний день достоверно не определены. Недостаток информации не позволяет сделать однозначные оценки в отношении тектонической природы блока. Имеющиеся данные косвенно свидетельствуют о наличии здесь краевого фрагмента самого Сибирского кратона, а не чужеродного террейна. В частности, на это указывают материалы сейсмического профилирования в транзитных зонах лево- и правобережья Енисея и Енисейского залива. Рифейские и венд-нижнекаменноугольные осадочные комплексы, формировавшиеся на пассивной континентальной окраине Сибирского кратона, находят свое закономерное продолжение и в пределах Гыданского п-ва. Не выявлены на границе Гыданского блока с Сибирским кратоном и следы каких-либо аккреционно-коллизонных событий (в частности, шовные, сутурные зоны). Основные дислокации осадочных толщ, как и формирование среднекамен-



Рис. 7. Схема основных тектонических элементов на западной и северо-западной периферии Сибирской платформы:

1 — Сибирский кратон и тектонические блоки с архейско-протерозойским основанием, перекрытые умеренно дислоцированным рифейско-палеозойским осадочным чехлом; 2 — существенно дислоцированные рифейско-палеозойские комплексы, выходящие на дневную поверхность или в основание осадочного чехла ЗСП; 3 — архейско-протерозойские метаморфизованные комплексы в составе Енисейского тектонического пояса, выходящие на дневную поверхность или в основание осадочного чехла ЗСП; 4 — зона преимущественно салаирской складчатости в составе Алтае-Саянской складчатой области, погребенная под осадочным чехлом ЗСП; 5 — зона преимущественно герцинской складчатости фундамента ЗСП; 6 — зоны переработки рифейско-палеозойских комплексов позднегерцинским и раннекиммерийским тектоногенезом на территории Таймырского п-ова; 7 — фрагмент Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта; 8 — офиолитовые комплексы в составе Исаковского и Предивинского террейнов на Енисейском кряже; 9 — основные разломы в складчатых зонах по периферии СП (показаны схематично); 10 — граница осадочного чехла ЗСП и ЕХРП

Fig. 7. Diagram of the main tectonic elements on the western and northwestern periphery of the Siberian craton:

1 — Siberian craton and tectonic blocks with an Archean-Proterozoic basement overlain by a moderately dislocated Riphean-Paleozoic sedimentary cover; 2 — significantly dislocated Riphean-Paleozoic complexes extending to the surface or into the basement of the sedimentary cover of the West Siberian Plate; 3 — Archean-Proterozoic metamorphosed complexes within the Yenisei Ridge extending to the surface or into the basement of the sedimentary cover of the West Siberian Plate; 4 — zone of predominantly Salair folding within the Altai-Sayan Folded Belt underlying the sedimentary cover of the West Siberian Plate; 5 — zone of predominantly Hercynian folding of the West Siberian Plate basement; 6 — zone of processing of Riphean-Paleozoic complexes by Late Hercynian and Early Cimmerian tectonogenesis in the territory of the Taimyr Peninsula; 7 — fragment of the Koltogorsk-Urengoy graben-rift; 8 — ophiolite complexes within the Isakov and Predivinsky terranes of the Yenisei Ridge; 9 — main faults in folded zones along the periphery of the Siberian craton (shown schematically); 10 — boundary of the sedimentary cover of the West Siberian Plate and the Yenisei-Khatanga regional Trough



ноугольно-пермских отложений, связаны главным образом с последующей коллизией Карского блока и постколлизийного орогенеза, а также более молодыми тектоническими процессами в мезозое и кайнозое.

Говоря о потенциальной нефтегазоносности доюрского осадочного чехла Гыданского блока, прежде всего следует отметить выявленные нефте- и газопоявления как в керне скважин, так и в отложениях на прилегающей территории западного Таймыра, что однозначно свидетельствует о проходивших здесь процессах функционирования и эволюции ПНГК. Умеренная дислоцированность осадочных толщ, их литофациальный состав, наличие потенциальных нефтематеринских комплексов — все это косвенно свидетельствует о возможном нефтегазоносном потенциале территории.

В целом осадочные комплексы чехла древних блоков на востоке ЗСП остаются перспективными, но недостаточно изученными для окончательных оценок. В большей мере это относится к Гыданскому блоку — наиболее перспективному, на наш взгляд, объекту в доюрских комплексах левобережной части Енисея. По всей видимости, он представляет собой не отдельный древний блок (террейн, микроконтинент), а северо-западное структурное продолжение Сибирского кратона. Предъенисейский блок изучен существенно лучше, но в то же время его перспективы оцениваются авторами скромнее. Еще более пессимистичные оценки, видимо, следует дать левобережным территориям между этими блоками — немногочисленные на сегодняшний день факты свидетельствуют о распространении там древних метаморфизованных комплексов фундамента и отсутствии доюрских умеренно дислоцированных осадочных толщ.

Другим важным результатом исследований является вывод о несоответствии линейной зоны на картах гравитационных и магнитных аномалий в левобережной части Енисея на широте г. Дудинки (и ее продолжении в юго-западной части ЕХРП) выделяемой Худосейской грабен-рифтовой структуре пермско-триасового возраста (Сурков, Жеро, 1981). Вместо ожидаемой «троговой» структуры в условиях растяжения на сейсмических разрезах, пересекающих эту зону, отчетливо фиксируется узкая антиклинальная зона выхода на предъюрскую поверхность древних (рифейских?) дислоцированных толщ, осложненная разломами взбросо-надвигового характера, сформированными в условиях сжатия. Линейное в плане поднятие отчетливо прослеживается и в перекрывающих юрско-меловых отложениях, что говорит о его молодом, вероятно кайнозойском, возрасте формирования и никак не связано с пермско-триасовым грабен-рифтом. Тектоническая природа этой зоны выступа древних толщ, реактивированной в кайнозое, пока остается неясной.

Исследование выполнено по государственному заданию ИНИТ СО РАН в рамках Программы ФНИ (FWZZ-2026-0044).

Литература / References

- Афанасенков А. П., Никишин А. М., Унгер А. В., Бордунов С. И., Луговая О. В., Чикишев А. А., Яковичина Е. В. Тектоника и этапы геологической истории Енисей-Хатангского бассейна и сопряженного Таймырского орогена // Геотектоника. 2016. № 2. С. 23–42. DOI: 10.7868/S0016853X16020028
- Afanasenkov A. P., Nikishin A. M., Unger A. V., Bordunov S. I., Lugovaya O. V., Chikishev A. A., Yakovichina E. V. Tectonics and stages of the geological history of the Yenisei-Khatanga basin and the associated Taimyr orogeny. *Geotectonics*. 2016;2:23–42. Russian.
- Афанасенков А. П., Обухов А. Н., Чикишев А. А., Шайдаков В. А., Бордюг А. В., Каламкаргов С. Л. Тектоника северного обрамления Сибирской платформы по результатам комплексного анализа геолого-геофизических данных // Геология нефти и газа. 2018. № 1. С. 5–25.
- Afanasenkov A. P., Obukhov A. N., Chikishev A. A., Shaidakov V. A., Bordyug A. V., Kalamkarov S. L. Tectonics of the northern framing of the Siberian platform based on the results of a comprehensive analysis of geological and geophysical data. *Geology of oil and gas*. 2018;1:5–25. Russian.
- Бакай Е. А., Морозов Н. В., Абля Э. А., Пронина Н. В., Фролов С. В., Полудеткина Е. Н., Манько И. Э., Тарасенко А. А. Силурийские граптолитовые сланцы зоны сочленения Гыданской и Енисей-Хатангской нефтегазоносных областей как возможный источник нефти и газа // ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. 2022. Т. 7. № 4. С. 94–108.
- Bakai E. A., Morozov N. V., Ablya E. A., Pronina N. V., Frolov S. V., Poludetkina E. N., Man'ko I. E., Tarasenko A. A. Silurian graptolite shales of the junction zone of the Gydan and Yenisei-Khatanga oil and gas regions as a possible source of oil and gas. *PRONEFT. Professionally about oil*. 2022;7(4):94–108. Russian.
- Балдин В. А., Мунасыпов Н. З. Неопротерозойско-палеозойские и триасовые комплексы Гыдана и Таймыра // Геофизика. 2017. № 3. С. 76–88.
- Bal'din V. A., Munasyrov N. Z. Neoproterozoic-Paleozoic and Triassic complexes of Gydan and Taimyr. *Geophysics*. 2017;3:76–88. Russian.
- Болдусhevская Л. Н., Филиппов Ю. А., Ладыгин С. В., Романов А. П. Нефтегазоматеринские толщи палеозойского разреза Западного Таймыра и корреляционные связи: органическое вещество пород — нафтиды // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2012. № 4(12). С. 26–33.
- Boldushevskaya L. N., Filiptsov Yu. A., Ladygin S. V., Romanov A. P. Oil and gas source rocks of the Paleozoic section of Western Taimyr and correlations: organic matter of rocks — naphthides. *Geology and mineral resources of Siberia*. 2012;4(12):26–33. Russian.
- Верниковский В. А., Добрецов Н. Л., Метелкин Д. В., Матушкин Н. Ю., Кулаков И. Ю. Проблемы тектоники и тектонической эволюции Арктики // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 8. С. 1083–1107.
- Vernikovskiy V. A., Dobretsov N. L., Metelkin D. V., Matushkin N. Yu., Kulakov I. Yu. Problems of tectonics and tectonic evolution of the Arctic. *Geology and Geophysics*. 2013;54(8):1083–1107. Russian.
- Вилесов А. П., Ершова В. Б., Соловьева А. Д. Литологическая и седиментологическая характеристика разреза палеозойского комплекса Западно-Таймырского потенциально нефтегазоносного района (по данным бурения) // ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. 2022. Т. 7. № 4. С. 14–27.

- Vilesov A. P., Ershova V. B., Solovieva A. D. Lithological and sedimentological characteristics of the Paleozoic complex section of the West Taimyr potential oil and gas region (based on drilling data). PRONEFT. Professionally about oil. 2022;7(4):14–27. Russian.
- Ершова В. Б., Васильева К. Ю., Вилесов А. П., Михайлова К. Ю., Верещагин О. С. Особенности формирования вторичных коллекторов в карбонатных отложениях палеозоя Западно-Таймырского потенциально нефтегазового района // PRONEFT. Профессионально о нефти. 2022. Т. 7. № 4. С. 68–82.
- Ershova V. B., Vasilyeva K. Yu., Vilesov A. P., Mikhailova K. Yu., Vereshchagin O. S. Features of the formation of secondary reservoirs in Paleozoic carbonate deposits of the West Taimyr potential oil and gas region. PRONEFT. Professionally about oil. 2022;7(4):68–82. Russian.
- Ефимов А. С., Смирнов М. Ю., Уклова Г. Д., Мосягин Е. В., Келлер Е. Г., Кудрина Т. Р. Новые данные о строении Туруханской зоны дислокаций на основе комплексной интерпретации речных сейсморазведочных работ и геологических маршрутов // Геология и геофизика. 2017. Т. 58. № 3–4. С. 553–564. DOI: 10.15372/GiG20170318
- Efimov A. S., Smirnov M. Yu., Ukhlova G. D., Mosyagin E. V., Keller E. G., Kudrina T. R. New data on the structure of the Turukhansk dislocation zone based on an integrated interpretation of river seismic exploration works and geological routes. Geology and Geophysics. 2017;58(3–4): 553–564. Russian.
- Зинченко И. А., Морозов Н. В., Перетолчин К. А., Куркин А. А., Погребнюк С. А. История развития углеводородных систем Западно-Таймырского потенциально нефтегазового района по результатам бассейнового моделирования // PRONEFT. Профессионально о нефти. 2022. Т. 7. № 4. С. 124–133.
- Zinchenko I. A., Morozov N. V., Peretolchin K. A., Kurkin A. A., Pogrebnyuk S. A. History of the development of hydrocarbon systems of the West Taimyr potential oil and gas region based on the results of basin modeling. PRONEFT. Professionally about oil. 2022;7(4):124–133. Russian.
- Иванов К. С., Ерохин Ю. В., Ронкин Ю. Л., Хиллер В. В., Родионов Н. В., Лепихина О. П. Первые сведения о раннепротерозойском сиалическом фундаменте на востоке Западно-Сибирской платформы (результаты исследования Тыньярского риолит-гранитного массива) // Геология и геофизика. 2012. Т. 53. № 10. С. 1304–1321.
- Ivanov K. S., Erokhin Yu. V., Ronkin Yu. L., Hiller V. V., Rodionov N. V., Lepikhina O. P. First data on the Early Proterozoic sialic basement in the east of the West Siberian platform (results of a study of the Tynyar rhyolite-granite massif). Geology and Geophysics. 2012;53(10):1304–1321. Russian.
- Казаис В. И. Инновационное решение региональной структурной задачи в труднодоступных районах Арктики (Таймырский сектор) // Геология нефти и газа. 2012. № 1. С. 74–91.
- Kazais V. I. Innovative solution to a regional structural problem in hard-to-reach areas of the Arctic (Taimyr sector). Geology of Oil and Gas. 2012;1:74–91. Russian.
- Конторович А. Э., Варламов А. И., Ефимов А. С., Конторович В. А., Коровников И. В., Кринин В. А., Сараев С. В., Сенников Н. В., Филиппов Ю. Ф. Стратиграфическая схема кембрийских отложений юга предьенисейской части Западной Сибири // Геология и геофизика. 2021. Т. 62. № 3. С. 443–465. DOI: 10.15372/GiG2020206
- Kontorovich A. E., Varlamov A. I., Efimov A. S., Kontorovich V. A., Korovnikov I. V., Krinin V. A., Saraev S. V., Sennikov N. V., Filippov Yu. F. Stratigraphic scheme of Cambrian deposits in the south of the pre-Yenisei part of Western Siberia. Geology and Geophysics. 2021;62(3):443–465. Russian.
- Конторович А. Э., Конторович В. А., Филиппов Ю. Ф., Беляев С. Ю., Бурштейн Л. М., Вальчак В. И., Евграфов А. А., Ефимов А. С., Каштанов В. А., Конторович А. А., Петров В. Н., Хоменко А. В. Предьенисейская нефтегазовая провинция — новый перспективный объект поисков нефти и газа в Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2006. № 5–6. С. 9–23.
- Kontorovich A. E., Kontorovich V. A., Filippov Yu. F., Belyaev S. Yu., Burshtein L. M., Valchak V. I., Evgrafov A. A., Efimov A. S., Kashtanov V. A., Kontorovich A. A., Petrov V. N., Khomenko A. V. The Cis-Yenisei oil and gas province — a new promising object of oil and gas prospecting in Siberia. Geology, geophysics, and development of oil and gas fields. 2006;5–6:9–23. Russian.
- Конторович А. Э., Костырева Е. А. Распределение органического углерода в кембрии Предьенисейского суббассейна // Геология и геофизика. 2023. Т. 64. № 7. С. 1008–1017. DOI: 10.15372/GiG2023109
- Kontorovich A. E., Kostyrev E. A. Distribution of organic carbon in the Cambrian of the Cis-Yenisei sub-basin. Geology and Geophysics. 2023;64(7):1008–1017. Russian.
- Конторович А. Э., Костырева Е. А., Сараев С. В., Меленевский В. Н., Фомин А. Н. Геохимия органического вещества кембрия Предьенисейской субпровинции (по результатам бурения скважин «Восток-1» и «Восток-3») // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 6. С. 737–750.
- Kontorovich A. E., Kostyrev E. A., Saraev S. V., Melenevsky V. N., Fomin A. N. Geochemistry of organic matter of the Cambrian Cis-Yenisei subprovince (based on the results of drilling wells Vostok-1 and Vostok-3). Geology and Geophysics. 2011;52(6):737–750. Russian.
- Конторович В. А., Конторович А. Э., Аюнова Д. В., Ибрагимова С. М., Бурштейн Л. М., Калинин А. Ю., Калинина Л. М., Канакова К. И., Костырева Е. А., Соловьев М. В., Филиппов Ю. Ф. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности палеозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири // Геология и геофизика. 2024. Т. 65. № 1. С. 72–100. DOI: 10.15372/GiG2023181
- Kontorovich V. A., Kontorovich A. E., Ayunova D. V., Ibragimova S. M., Burshtein L. M., Kalinin A. Yu., Kalinina L. M., Kanakova K. I., Kostyrev E. A., Soloviev M. V., Filippov Yu. F. Geological structure and oil and gas potential of Paleozoic deposits in the southeastern regions of Western Siberia. Geology and Geophysics. 2024;65(1):72–100. Russian.
- Конторович В. А., Филиппов Ю. Ф. Условия формирования и геологическое строение Енисей-Хатангского регионального прогиба // Геофизические технологии. 2021. № 4. С. 16–25. DOI: 10.18303/2619-1563-2021-4-16
- Kontorovich V. A., Filippov Yu. F. Formation conditions and geological structure of the Yenisei-Khatanga regional trough. Geophysical technologies. 2021;4:16–25. Russian.



- Костырева Е. А., Конторович А. Э., Сотнич И. С. Битумоиды в кембрии Предъенисейского суббасейна: обстановки формирования, критерии выделения // Геология и геофизика. 2025. Т. 66. № 4. С. 490–500. DOI: 10.15372/GIG2024165
- Kostyrev E. A., Kontorovich A. E., Sotnich I. S. Bitumoids in the Cambrian of the Cis-Yenisei sub-basin: formation settings and identification criteria. *Geology and Geophysics*. 2025;66(4):490–500. Russian.
- Кринин В. А. Западная граница Сибирской платформы и перспективы нефтегазоносности ее окраины // Геология нефти и газа. 2024. № 5. С. 67–88. DOI: 10.47148/0016-7894-2024-5-67-88
- Krinin V. A. Western boundary of the Siberian platform and oil and gas prospects of its margin. *Oil and Gas Geology*. 2024;5:67–88. Russian.
- Кушнир Д. Г. Геодинамика полуострова Таймыр по геофизическим данным // Геодинамика и тектонофизика. 2018. Т. 9. № 1. С. 81–92. DOI: 10.5800/GT-2018-9-1-0338
- Kushnir D. G. Geodynamics of the Taimyr peninsula based on geophysical data. *Geodynamics and Tectonophysics*. 2018;9(1):81–92. Russian.
- Метелкин Д. В., Верниковский В. А., Казанский А. Ю. Тектоническая эволюция Сибирского палеоконтинента от неопротерозоя до позднего мезозоя: палеомагнитная запись и реконструкции // Геология и геофизика. 2012. Т. 53. № 7. С. 883–899.
- Metelkin D. V., Vernikovskiy V. A., Kazansky A. Yu. Tectonic evolution of the Siberian paleocontinent from the Neoproterozoic to the Late Mesozoic: paleomagnetic record and reconstructions. *Geology and Geophysics*. 2012;53(7):883–899. Russian.
- Морозов Н. В., Калачева Д. Ю., Камполи И. А., Бакай Е. А., Севрюков Д. А., Николаев М. Н. Нефтегазоматеринские породы Западно-Таймырского потенциально нефтегазоносного района по данным бурения // ПРО-НЕФТЬ. Профессионально о нефти. 2022. Т. 7. № 4. С. 109–123.
- Morozov N. V., Kalacheva D. Yu., Kampoli I. A., Bakai E. A., Sevryukov D. A., Nikolaev M. N. Oil and gas source rocks of the West Taimyr potentially oil and gas bearing region according to drilling data. *PRONEFT. Professionally about oil*. 2022;7(4):109–123. Russian.
- Полянский О. П., Филиппов Ю. Ф., Фомин А. Н., Федорович М. О., Ревердатто В. В. Реконструкция динамики погружения и палеотемпературного режима северной окраины Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2025. Т. 66. № 1. С. 93–108. DOI: 10.15372/GiG2024145
- Polyansky O. P., Filippov Yu. F., Fomin A. N., Fedorovich M. O., Reverdatto V. V. Reconstruction of the subsidence dynamics and paleotemperature regime of the northern margin of the Siberian platform. *Geology and Geophysics*. 2025;66(1):93–108. Russian.
- Самыгин С. Г. Особенности строения и геодинамической эволюции Таймыра в неопротерозое // Литосфера. 2018. Т. 18. № 1. С. 5–19. DOI: 10.24930/1681-9004-2018-18-1-005-019
- Samygin S. G. Features of the structure and geodynamic evolution of Taimyr in the Neoproterozoic. *Lithosphere*. 2018;18(1):5–19. Russian.
- Симонов В. А., Конторович В. А., Котляров А. В., Сараев С. В., Филиппов Ю. Ф., Ступаков С. И. Условия развития раннепалеозойского базальтового и пикритового магматизма Западной Сибири // Геология и геофизика. 2020. Т. 61. № 11. С. 1476–1498. DOI: 10.15372/GiG2019171
- Simonov V. A., Kontorovich V. A., Kotlyarov A. V., Saraev S. V., Filippov Yu. F., Stupakov S. I. Conditions for the development of Early Paleozoic basaltic and picrite magmatism in Western Siberia. *Geology and Geophysics*. 2020;61(11):1476–1498. Russian.
- Старосельцев В. С. Западно-Сибирский бассейн — возможный источник битумов Туруханского горста // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2016. № 3(27). С. 24–30. DOI: 10.20403/2078-0575-2016-3-24-30
- Staroseltsev V. S. The West Siberian Basin — a possible source of bitumen from the Turukhansk horst. *Geology and Mineral Resources of Siberia*. 2016;3(27):24–30. Russian.
- Сурков В. С., Жеро О. Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. М.: Недра, 1981. 143 с.
- Surkov V. S., Zhero O. G. Basement and development of the platform cover of the West Siberian Plate. Moscow: Nedra, 1981. 143 p. Russian.
- Филиппов Ю. Ф. Предъенисейский осадочный бассейн: сейсмогеологическая модель и геодинамическая эволюция // Геология и геофизика. 2017. Т. 58. № 3–4. С. 455–471. DOI: 10.15372/GiG20170309
- Filippov Yu. F. Pre-Yenisei sedimentary basin: seismogeological model and geodynamic evolution. *Geology and Geophysics*. 2017;58(3–4):455–471. Russian.
- Филиппов Ю. Ф., Сараев С. В. Потенциально нефтегазоносные комплексы Предъенисейского осадочного бассейна на юго-востоке Западной Сибири // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2019. Т. 14. № 2. С. 1–29. DOI: 10.17353/2070-5379/19_2019
- Filippov Yu. F., Saraev S. V. Potential oil and gas bearing complexes of the Pre-Yenisei sedimentary basin in the southeast of Western Siberia. *Oil and Gas Geology. Theory and Practice*. 2019;14(2):1–29. Russian.
- Deev E. V., Shemin G. G., Vernikovskiy V. A., Bostrikov O. I., Glazyrin P. A., Matushkin N. Yu. Yenisei–Khatanga Composite Tectono-Sedimentary Element, northern east Siberia. *Sedimentary Successions of the Arctic Region and Their Hydrocarbon Prospectivity*. Eds. Drachev S. S., Brekke H., Henriksen E., Moore T. Geological Society, London, Memoirs. 2024. Vol. 57(1). DOI: 10.1144/M57-2021-15
- Kuzmichev A. V., Sklyarov E. V. The Precambrian of Transangaria, Yenisei Ridge (Siberia): Neoproterozoic microcontinent, Grenville-age orogeny, or reworked margin of the Siberian craton. *J. Asian Earth Sci.* 2016;115:419–441. DOI: 10.1016/j.jseaes.2015.10.017
- Metelkin D. V., Vernikovskiy V. A., Kazansky A. Yu., Bogolepova O. K., Gubanov A. P. Paleozoic history of the Kara microcontinent and its relation to Siberia and Baltica. *Tectonophysics*. 2005;398:225–243. DOI: 10.1016/j.tecto.2005.02.008
- Vernikovskiy V. A., Vernikovskaya A. E., Kotov A. B., Sal'nikova E. B., Kovach V. P. Neoproterozoic accretionary and collisional events on the western margin of the Siberian Craton: new geological and geochronological evidence from the Yenisey Ridge. *Tectonophysics*. 2003;375:147–168.
- Vernikovskiy V., Shemin G., Deev E., Metelkin D., Matushkin N., Pervukhina N. Geodynamics and Oil and Gas Potential of the Yenisei-Khatanga Basin (Polar Siberia). *Minerals*. 2018;8(11):510–527. DOI: 10.3390/min8110510