



СТРАТИФИКАЦИЯ ОТРАЖАЮЩИХ ГОРИЗОНТОВ, СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСАДОЧНЫЕ МЕГАКОМПЛЕКСЫ СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

В.А. Конторович, Д.В. Аюнова, С.М. Ибрагимова, А.Ю. Калинин, Л.М. Калинина, М.В. Соловьев[✉], Ю.Ф. Филиппов

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Акад. Коптюга, 3, Россия, SolovevMV@ipgg.sbras.ru, <https://orcid.org/0009-0004-5279-0697>

Аннотация. Статья посвящена построению согласованных сейсмогеологических моделей геологического строения платформенных отложений северных и арктических регионов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, которые в административном отношении охватывают северные районы Ямало-Ненецкого автономного округа, северо-запад Красноярского края и шельф южной части Карского моря. Приведена характеристика реперных сейсмических горизонтов, контролирующих мезозойско-кайнозойские сейсмогеологические мегакомплексы, по объему отвечающие основным нефтегазоносным мегакомплексам. Выделяемые на сейсмических разрезах меловые реперные горизонты М, М₁ и Г, приуроченные к кровлям неокома, апта и сеномана, и горизонт Б, формирующийся на кровле юры, надежно стратифицированы с использованием данных СК-ВСП. В работе с использованием данных по сверхглубоким скважинам СГ-6, СГ-7 обосновано выделение отражающих горизонтов, формирующихся на геологических границах юра-триас, триас-палеозой, предложены региональные сейсмогеологические модели триасового и юрского мегакомплексов, а также верхнепротерозойско-палеозойских отложений Енисей-Хатангского регионального прогиба.

Ключевые слова: сейсмогеологические мегакомплексы, сейсмические горизонты, стратификация, палеозой, триас, юра, неоком, апт-альб-сеноман, нефтегазоносность, Западно-Сибирская провинция

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».

Для цитирования: Конторович В.А., Аюнова Д.В., Ибрагимова С.М., Калинин А.Ю., Калинина Л.М., Соловьев М.В., Филиппов Ю.Ф. Стратификация отражающих горизонтов, сейсмогеологические осадочные мегакомплексы северных и арктических регионов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Геофизические технологии. 2025. № 3. С. 40–60. doi:10.18303/2619-1563-2025-3-40.

STRATIFICATION OF REFLECTING HORIZONS, SEISMOGEOLOGICAL SEDIMENTARY MEGACOMPLEXES OF THE NORTHERN AND ARCTIC REGIONS OF THE WEST SIBERIAN OIL AND GAS PROVINCE

V.A. Kontorovich, D.V. Ayunova, S.M. Ibragimova, A.Yu. Kalinin, L.M. Kalinina, M.V. Solovev[✉], Yu.F. Philippov

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, SB RAS, Koptyug Ave., 3, Novosibirsk, 630090, Russia, SolovevMV@ipgg.sbras.ru, <https://orcid.org/0009-0004-5279-0697>

Abstract. The article is devoted to the construction of coordinated seismogeological models of the platform deposits geological structure in the northern and Arctic regions of the West Siberian oil and gas province, which administratively cover the northern regions of the Yamal–Nenets Autonomous District, the northwest of the Krasnoyarsk Region and the shelf of the southern part of the Kara Sea. The characteristics of the reference seismic horizons that control the Mesozoic–Cenozoic seismogeological megacomplexes, corresponding in volume to the main oil-bearing megacomplexes, are presented. The Cretaceous reference horizons M, M₁ and G, identified on seismic sections and confined to the tops of the Neocomian, Aptian and Cenomanian, and the horizon B, formed on the top of the Jurassic, are reliably stratified using the seismic logging (SL) – Vertical Seismic Profiling (VSP) data. In the work, using data from the ultra-deep wells SG-6, SG-7, the identification of reflecting horizons formed at the geological boundaries of the Jurassic–Triassic, Triassic–Paleozoic is substantiated, regional seismogeological models of the Triassic and Jurassic megacomplexes, as well as Upper Proterozoic–Paleozoic deposits of the Yenisei–Khatanga regional trough are proposed.

Keywords: seismogeological megacomplexes, seismic horizons, stratification, Paleozoic, Triassic, Jurassic, Neocomian, Aptian–Albian–Cenomanian, oil and gas potential, West Siberian province

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.

For citation: Kontorovich V.A., Ayunova D.V., Ibragimova S.M., Kalinin A.Yu., Kalinina L.M., Solovov M.V., Filippov Yu.F. Stratification of reflecting horizons, seismogeological sedimentary megacomplexes of the northern and arctic regions of the West Siberian oil and gas province // Russian Journal of Geophysical Technologies. 2025. No. 3. P. 40–60. (In Russ.). doi:10.18303/2619-1563-2025-3-40.

ВВЕДЕНИЕ

Северные и арктические регионы Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции в административном и нефтегазоносном отношении охватывают Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО), на территории которого выделены Надым-Пурская, Пур-Тазовская, Ямальская и Гыданская нефтегазоносные области (НГО), южную часть Карского моря и северо-западные районы Красноярского края, в пределах которых расположены Южно-Карская и Енисей-Хатангская НГО соответственно (рис. 1).

Арктические регионы Западной Сибири и южная часть Карского моря представляют собой уникальную газоносную субпровинцию в составе Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НГП).

В настоящее время на территории ЯНАО открыто более 220 месторождений, в акватории Карского моря и Обской губе – 15 месторождений, в которых сосредоточено 97 % суммарных запасов свободного газа Западно-Сибирского осадочного бассейна.

В Ямало-Ненецком автономном округе на долю свободного газа приходится 91 % начальных суммарных извлекаемых запасов углеводородов, на шельфе Карского моря – 96 %. Подавляющее большинство газовых залежей сконцентрировано в апт-альб-сеноманском мегакомплексе: в Надым-Пурской, Пур-Тазовской, Ямальской и Гыданской НГО запасы свободного газа, локализованного в этих отложениях, составляют 63 % суммарных извлекаемых запасов УВ, в Южно-Карской НГО – 75 %. Все газовые залежи, локализованные в апт-альб-сеноманских песчаных резервуарах, контролируются антиклинальными структурами.

Результаты проведенных в Енисей-Хатангском регионе геологоразведочных и нефтегазопроисловых работ показали, что здесь наиболее перспективным в отношении нефтегазоносности является неоконский комплекс пород.

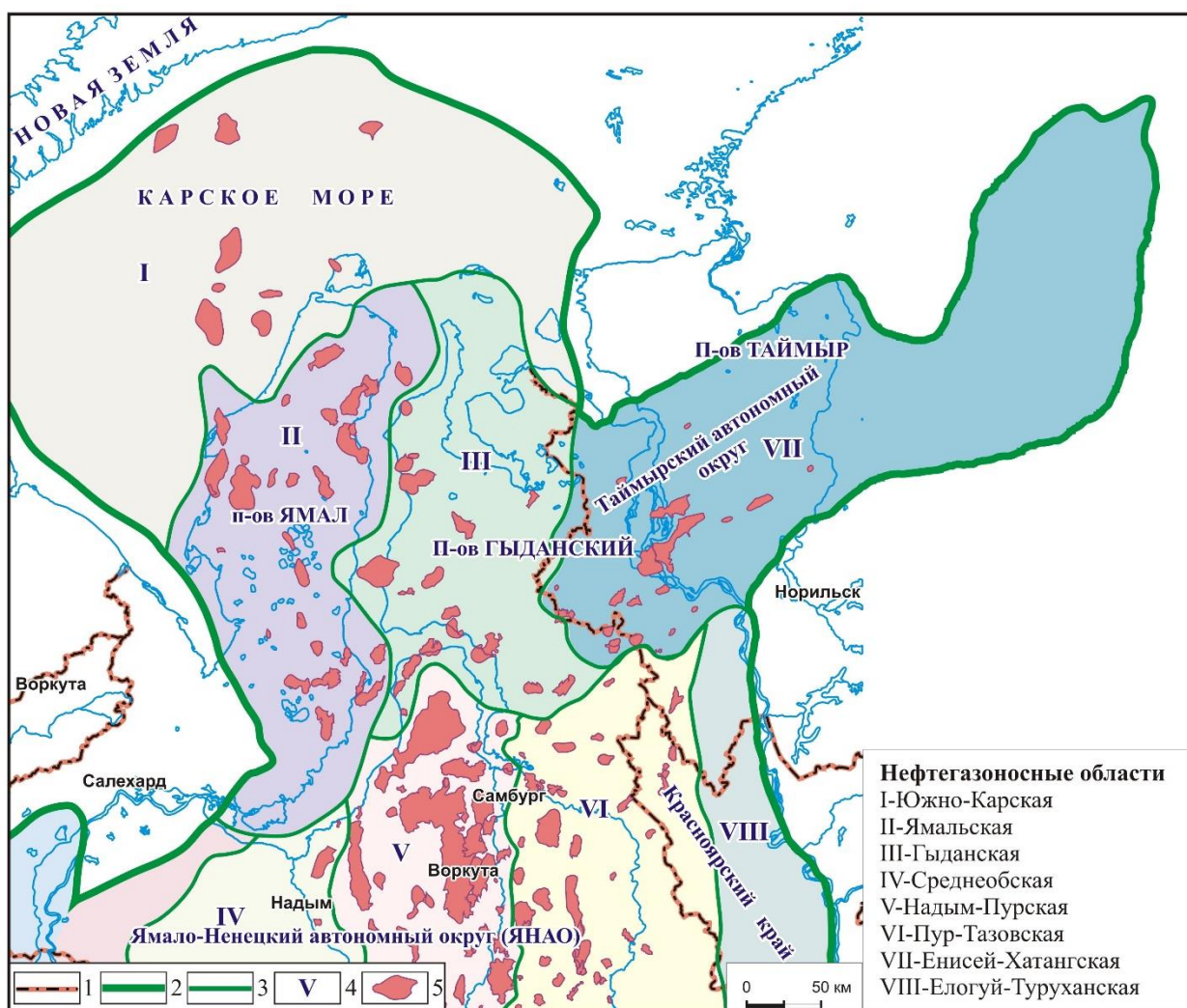


Рис. 1. Обзорная карта северных и арктических регионов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции: 1 – административные границы, 2 – граница Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, 3 – границы НГО, 4 – номера НГО, 5 – месторождения.

Нефтегазоносность Енисей-Хатангского регионального прогиба существенно отличается от сопредельных территорий Западной Сибири. В этом регионе в апт-альб-сеноманском комплексе залежи газа открыты на четырех площадях. Причем под туронским региональным флюидоупором, контролирующим уникальные залежи Медвежьего, Уренгойского и др. месторождений, открыта одна залежь на Казанцевском месторождении.

Всего в Енисей-Хатангской НГО открыто 20 месторождений, большая часть залежей на которых сконцентрирована в нижнемеловых песчаных горизонтах, три месторождения приурочены к верхней юре. Большинство месторождений газовые и газоконденсатные, нефтяные залежи открыты в неокомских отложениях на Пайяхской, Новосоленинской, Западно-Иркинской и Байкаловской площадях.

Согласно выполненным в ИНГГ СО РАН и ВНИГНИ количественным оценкам значительный ресурсный потенциал арктических регионов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции наряду с традиционными комплексами связан с глубокозалегающими юрскими и триасовыми отложениями, которые до настоящего времени остаются слабоизученными.

Настоящая работа посвящена построению согласованных сейсмогеологических моделей геологического строения платформенных отложений этого уникального региона.

РЕПЕРНЫЕ СЕЙСМИЧЕСКИЕ ГОРИЗОНТЫ, СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МЕГАКОМПЛЕКСЫ

В Западной Сибири наиболее крупные скопления нефти и газа содержатся в осадочных мегакомплексах, перекрытых выдержанными по мощности и латерали реперными глинистыми пачками – мегарегиональными флюидоупорами [Гурари и др., 1968; Карогодин, 1974; Геология ..., 1975; Конторович и др., 1981]. В мезозойско-кайнозойском осадочном чехле северных районов Западной Сибири выделяются четыре региональных нефтегазоносных мегакомплекса: триасовый перспективный (Т), юрский (J), неокомский (берриас-нижнеаптский) (K₁) и апт-альб-сеноманский (K₁–K₂). В верхней части разреза залегает турон-кайнозойский осадочный комплекс [Конторович и др., 2001; Конторович, 2009].

В кровле юрского мегакомплекса залегает баженовская свита и ее стратиграфические аналоги (верхняя юра, волжский ярус–низы берриаса), в кровле неокомского мегакомплекса – кошайская (на севере нейтинская) пачка (нижний мел, апт), в кровле апт-альб-сеноманского – кузнецовская свита (верхний мел, турон). Исключение здесь составляет триасовый мегакомплекс, который чрезвычайно слабо изучен глубоким бурением.

Все мегарегиональные флюидоупоры имеют аномально низкие по отношению к вмещающим толщам акустические характеристики и «резонансные» толщины порядка 25–40 м. На кровлях и подошвах глинистых пачек, обладающих аномально низкими скоростными (V) и плотностными (ρ) характеристиками, происходит резкий перепад акустических жесткостей (V·ρ), и к ним приурочены максимальные коэффициенты отражения (K). Если коэффициенты отражения записываются в виде $K = (V_2 \cdot \rho_2 - V_1 \cdot \rho_1) / (V_2 \cdot \rho_2 + V_1 \cdot \rho_1)$, то к кровлям этих пачек приурочены отрицательные, к подошвам положительные коэффициенты отражения.

При классической среднечастотной сейсморазведке с несущей частотой 30–40 Гц длительность одной фазы отраженного импульса во временном масштабе составляет порядка 15 мс. В Западной Сибири на уровне целевых юрско-меловых отложений при средних скоростях распространения продольных сейсмических волн порядка 1500–2500 м/с длительность одной фазы отраженной волны составляет 20–40 м. Если мощность реперной глинистой пачки лежит в этом диапазоне, вторая фаза импульса, отраженного от ее кровли квазисинфазно суммируется с первой фазой импульса, отраженного от ее подошвы, что приводит к усилению энергии интерференционного сигнала.

Под **«резонансной»** понимается такая толщина пачки, при которой происходит близкое к синфазному суммирование волн, отраженных от ее кровли и подошвы.

Поскольку, как было отмечено ранее, все мегарегиональные флюидоупоры обладают аномальными акустическими свойствами и резонансными толщинами, к ним приурочены наиболее энергетически выраженные реперные сейсмические горизонты, которые надежно прослеживаются на территории большей части Западно-Сибирского бассейна и позволяют выделить на временных разрезах серию сейсмогеологических мегакомплексов (рис. 2, табл. 1).

ХАРАКТЕРИСТИКА РЕПЕРНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ГОРИЗОНТОВ

Отражающий горизонт Б, формирующийся на баженовской свите, приурочен к кровле юрского сейсмогеологического мегакомплекса.

Благодаря аномальности акустических свойств, выдержанности толщины свиты на значительных территориях и ее широкому распространению, этот горизонт является наиболее надежным сейсмическим репером в Западно-Сибирском осадочном бассейне. В то же время в пределах провинции энергетическая

выразительность горизонта неодинакова. Наиболее ярко он выражен в западных и центральных районах. В восточном направлении, по мере замещения баженовской свиты более мелководными отложениями, энергетический уровень горизонта падает, и его корреляция становится менее однозначной [Конторович, 2009].

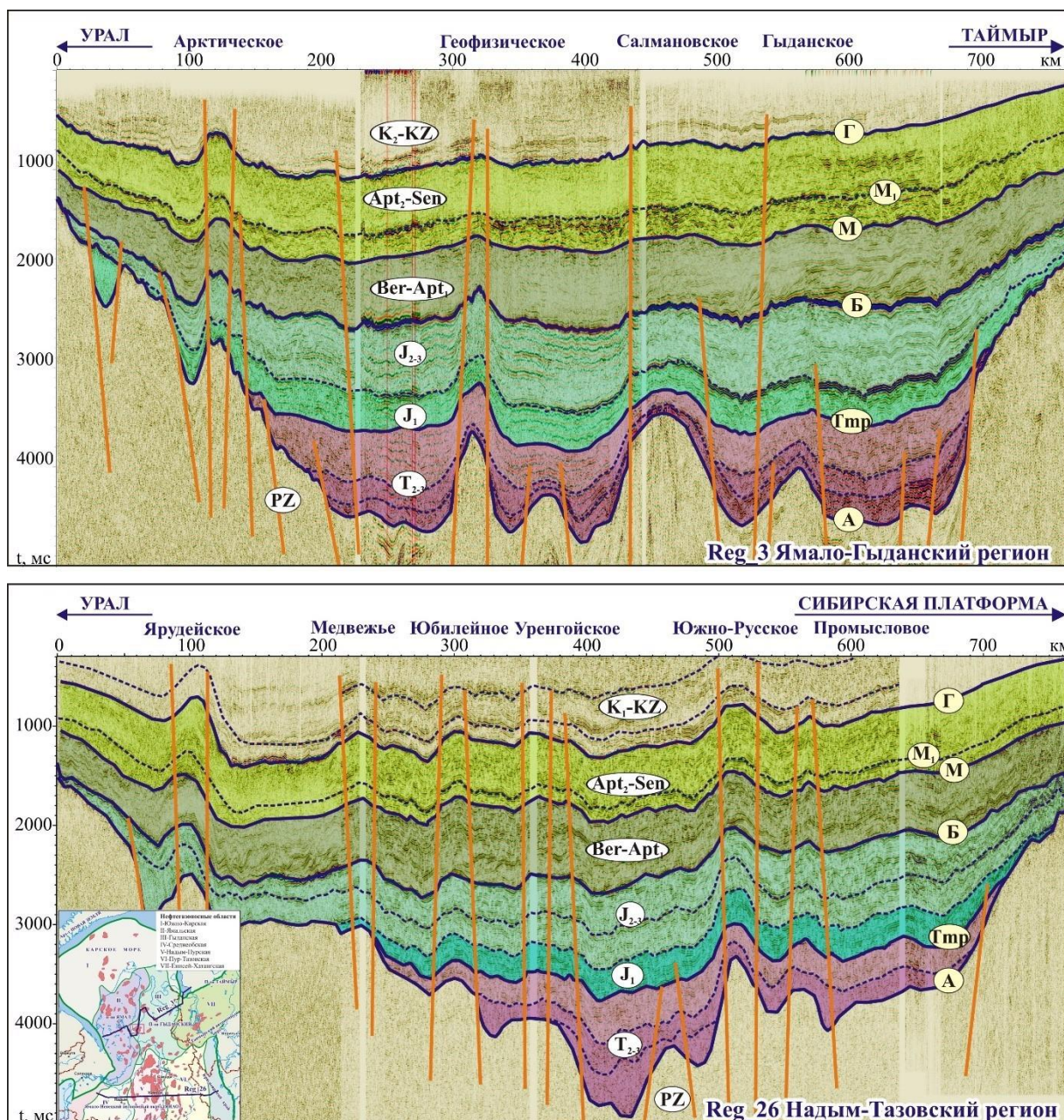


Рис. 2. Сейсмогеологические разрезы по профилям Reg_3 и Reg_26 (ЯНАО).

В частности, на севере бассейна по направлению к Енисейскому складчатому поясу и вглубь Енисей-Хатангского регионального прогиба баженовская и подстилающая ее георгиевская свиты замещаются яновстанской свитой, при этом толщина киммеридж-волжских отложений может возрасти в 10 раз, с 50–60 до 600–700 м. Такое изменение строения верхней юры находит отражение в волновых сейсмических полях. В зоне развития баженовской свиты волновой пакет Б имеет длительность порядка 30–40 мс и представлен трехфазным высокоамплитудным колебанием.

Стратификация реперных отражающих горизонтов

Индексация отражающих горизонтов	Стратиграфическая приуроченность (Западная Сибирь)	Стратиграфическая приуроченность (Енисей-Хатангский региональный прогиб)
F	Кровля палеозоя	Кровля фундамента
PZ ₁ –PZ ₃		Внутри палеозоя
T _{mp} /T _{r1}	Кровля триаса, кровля тампейской серии	Кровля триаса, кровля тампейской серии
T _{r2}		Кровля нижнего триаса, кровля красноселькупской серии
A	Подшва MZ–KZ осадочного чехла	Подшва MZ–KZ структурного яруса / кровля палеозоя
Б	Кровля баженовской свиты и ее аналогов, верхняя юра, волжский ярус	Кровля гольчихинской / яновстанской свит
M	Кровля кошайской (нейтинской) пачки, нижний мел, апт	Подшва кошайской пачки, на 100 м ниже кровли малохетской свиты, нижний мел, апт
M ₁	Кровля танопчинской свиты, кровля апта	Кровля малохетской свиты, нижний мел, апт
Г	Кровля кузнецовской свиты, верхний мел, турон	Дорожковская свита, верхний мел, турон

При этом отражающий горизонт Б характеризуется высокой амплитудой, динамической выразительностью и устойчивостью, а сам волновой пакет характеризуется высокоамплитудной субпараллельной сейсмофазией. В восточном направлении, по мере возрастания мощности толщи, происходит увеличение длительности волнового пакета и падение амплитудных характеристик, входящих в него отраженных волн. При этом сам волновой пакет характеризуется косослоистым рисунком сейсмической записи – внутри пакета выделяются сейсмические горизонты, полого погружающиеся в западном направлении. На рисунке 3 приведены фрагменты сейсмических разрезов по профилям Reg_19 и Reg_40. Фрагмент профиля Reg_19 расположен в юго-восточной части ЯНАО в Пур-Тазовской НГО; профиль Reg_40 отработан в северной части ЯНАО, от Гыданской НГО на западе до Енисей-Хатангской НГО на востоке.

Отражающий горизонт М, формирующийся на кошайской (нейтинской) пачке, залегающей в кровле неокомского (берриас-нижнеаптского) мегакомплекса, является наименее устойчивым сейсмическим репером в Западно-Сибирском осадочном бассейне. Для него характерна динамическая изменчивость и перераспределение энергии между отдельными фазами интерференционной волны и т. д.

На севере Западной Сибири выше горизонта М на сейсмических разрезах выделяется цуг высокоамплитудных отражений, формирующихся на глинисто-углистых отложениях танопчинской свиты, к кровле которых приурочен отражающий горизонт М₁. На севере провинции угленасыщенные аптские отложения рассматриваются в качестве газопроизводящей толщи, расположенной в верхней зоне газообразования и являющейся одним из источников метана, локализованного в сеноманских резервуарах.

В Ямальской и Гыданской НГО этот горизонт формируется на глинистой пачке, залегающей в нижней части яронгской свиты, которая является региональным флюидоупором для газовых залежей в аптских песчаных пластах группы ТП и, как правило, является более надежным сейсмическим репером, чем горизонт М.

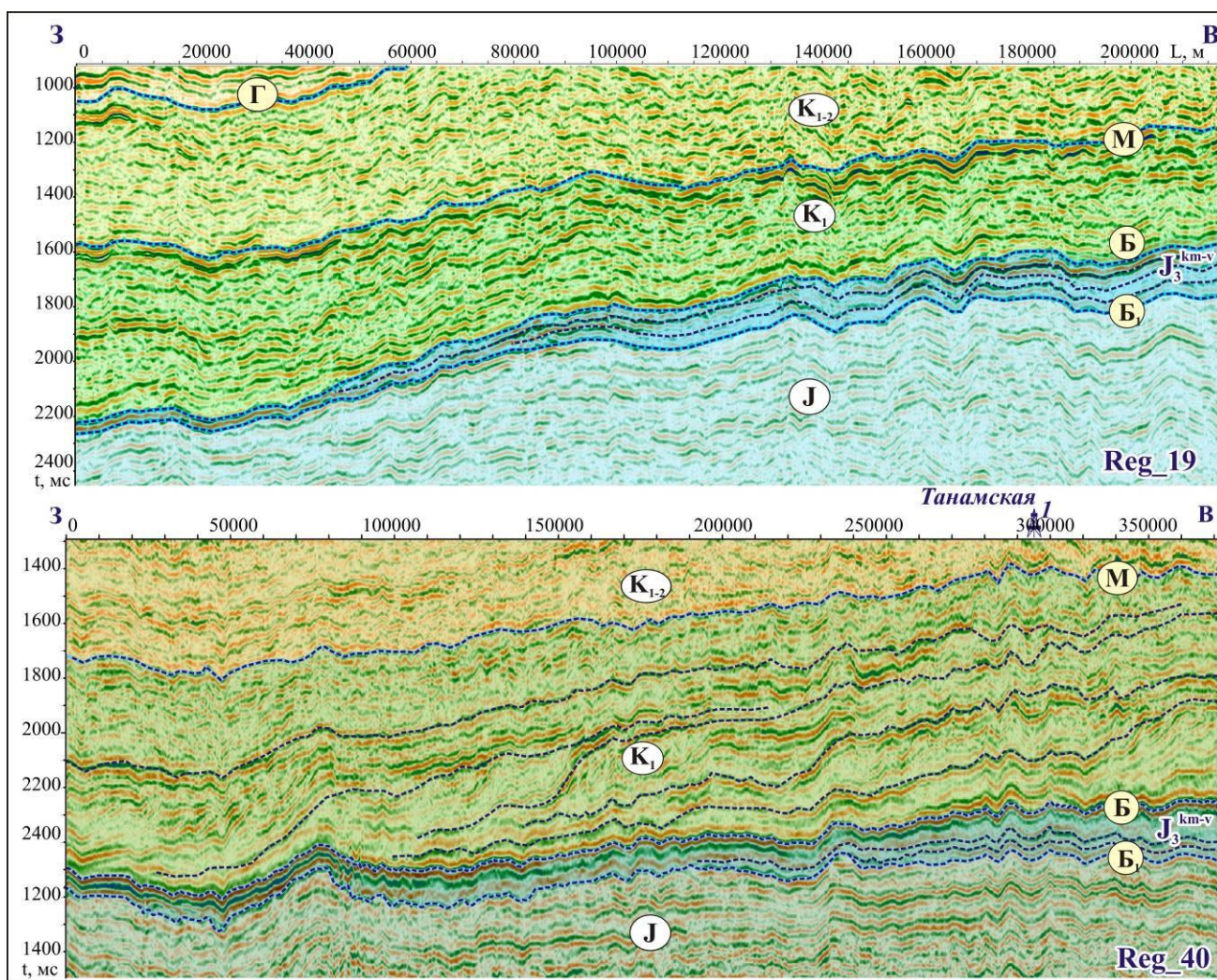


Рис. 3. Сейсмогеологическая характеристика киммеридж-волжских отложений в зоне «перехода» баженовской и георгиевской свит в яновстанскую.

Отражающий горизонт Г /IV/ (верхний мел, турон) на большей части Западной Сибири формируется на пачке низкоскоростных глин кузнецовской свиты, которая формировалась на этапе туронской трансгрессии и является надежным флюидоупором для уникальных сеноманских газовых залежей. На большей части бассейна горизонт Г является одним из наиболее надежных сейсмогеологических реперов, обладает высоким энергетическим уровнем и однозначно прослеживается на временных сейсмических разрезах. По направлению к Сибирской платформе и Таймырской складчатой области, по мере уменьшения глубины залегания и увеличения в туронских глинах песчано-алевритистого материала их экранирующие свойства ухудшаются, и энергетическая выразительность отражающего горизонта Г падает.

В Енисей-Хатангском региональном прогибе аналогами кошайской (нейтинской) пачки и кузнецовской свиты являются глинистые пачки, залегающие в верхних частях малохетской и дорожковской свит [Конторович и др., 2001; Конторович, 2009] (см. табл. 1). В этом суббассейне на сейсмических разрезах также выделяются отражающие горизонты М, М₁ и Г, для них характерны все особенности, которые отмечены для восточных районов Западной Сибири.

Наличие значительного объема данных сейсмокаротажа (СК) и вертикального сейсмического профилирования (ВСП) позволяют надежно стратифицировать меловые реперные горизонты и выделить

на сейсмических разрезах неокомский (берриас-нижнеаптский) и апт-альб-сеноманский сейсмогеологические мегакомплексы, которые по объему совпадают с основными осадочными нефтегазоносными мегакомплексами Западно-Сибирского осадочного бассейна. Эти данные, а также наличие реперного отражающего горизонта Б, корреляция которого на большей части рассматриваемой территории является абсолютно однозначной, позволяют надежно «отбить» кровлю юрского мегакомплекса. Сложнее обстоит дело с базальными горизонтами мезозойско-кайнозойского осадочного чехла и с кровлей палеозоя.

БАЗАЛЬНЫЕ ГОРИЗОНТЫ МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКОГО ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Выше было отмечено, что триасовые отложения Западной Сибири крайне слабо изучены глубоким бурением, что существенно затрудняет выбор на сейсмических разрезах отражающих горизонтов, приуроченных к подошве юры–кровле триаса. Сложность заключается еще и в том, что юрские и триасовые отложения сложены однотипными по литологическому составу и акустическим свойствам терригенными породами и не разделены жестким геологическим репером. В этой ситуации на границе юра-триас не будет существенного скачка акустических характеристик пород, и, следовательно, не будут формироваться энергетически выраженные сейсмические реперы, что и наблюдается на сейсмических разрезах.

В Западной Сибири наиболее полные разрезы триаса вскрыты скважинами СГ-6 и СГ-7, которые расположены в пределах Колтогорско-Уренгойского мегажелоба в Надым-Пурском междуречье. В этих скважинах триас вскрыт на глубинах 5655 и 6504 м соответственно и имеет двучленное строение.

Нижний триас, выделенный в составе красноселькупской (туринской) серии, в скважинах СГ-6 и СГ-7 залегает на глубинах 6422 и 6504 м. Нижняя подсвита красноселькупской серии сложена исключительно базальтами; верхняя – в скважине СГ-6 представлена трыбьяхской свитой, залегающей на глубинах 6422–6510 м. В верхней части свита представлена 20-метровой пачкой базальтов с апобазальтовой метакорой выветривания в кровле. Ниже залегают песчаники с прослоями алевролитов и гравелитов. Мощность терригенной пачки составляет порядка 70 м. Залегающие ниже по разрезу коротчаевская и аймальская свиты представлены исключительно базальтами.

В скважине СГ-7 по Бочкареву В.С., Бородкину В.Н. [Бочкарев и др., 2010] в разрезе нижнего триаса трыбьяхская свита отсутствует и непосредственно под юрой в интервале 6504–6921 м залегает более молодая тюряхинская свита, представленная терригенными породами – песчаниками, алевролитами и аргиллитами; мощность свиты – 417 м. Ниже по разрезу также залегают эффузивные породы – базальты коротчаевской и аймальской свит.

Таким образом, в разрезах скважин СГ-6, СГ-7 мощности терригенных отложений, залегающих в верхней части триаса, составляют 855 и 1372 м соответственно, вскрытые мощности базальтов – 992 и 1329 м.

В рамках исследований, выполненных в ИНГГ СО РАН, с использованием данных СК-ВСП по скважинам СГ-6, СГ-7 на сейсмических разрезах были выделены и стратифицированы все отражающие горизонты осадочного чехла, в том числе и горизонты, формирующиеся на кровле и подошве терригенного триаса и определены интервальные скорости мегакомплексов.

На рисунке 4 приведены фрагменты сейсмогеологических разрезов по профилям Reg_25 и Reg_29, проходящим через скважины СГ-6, СГ-7, на которых показаны колонки, характеризующие во временном масштабе толщины средне-верхнетриасового, юрского, неокомского и апт-альб-сеноманского мегакомплексов. Временная мощность нижнетриасового комплекса, сложенного базальтами, показана в объеме вскрытых скважинами отложений.

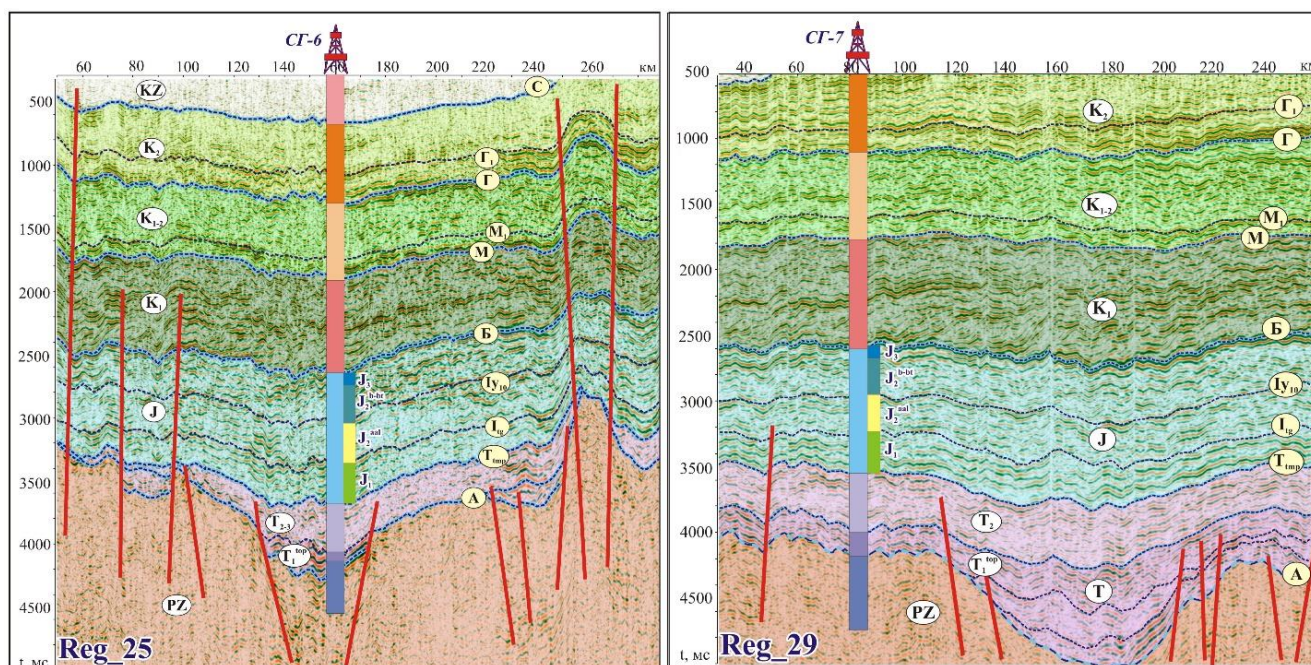


Рис. 4. Фрагменты сейсмогеологических разрезов по профилям Reg_25 и Reg_29, проходящим через скважины СГ-6, СГ-7.

В Западной Сибири базальты нижнего триаса отнесены к комплексу основания и рассматриваются в составе фундамента. Именно к подошве терригенного триаса в Надым-Пурском междуречье приурочен отражающий горизонт А, стратиграфически приуроченный к подошве осадочного чехла – кровле домезозойского основания, сложенного палеозойскими метаморфизованными толщами и базальтами нижнего триаса. На временных сейсмических разрезах ниже горизонта А фиксируется слабоамплитудный хаотический рисунок сейсмической записи (см. рис. 4).

Наличие региональных сейсмических профилей, связывающих Надым-Пурское междуречье с Ямальной и Гыданской НГО, позволило достаточно надежно прокоррелировать отражающие горизонты Т_{тр} и А, выделить границу триасового и юрского сейсмогеологических мегакомплексов и подошву осадочного чехла в пределах всей арктической зоны Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, включая акваторию Карского моря. На рисунке 5 приведен сейсмогеологический разрез по региональному профилю Reg_105, пересекающему север Западной Сибири в меридиональном направлении и связывающему профиль Reg_26, расположенный в Надым-Тазовском междуречье, и профиль Reg_3, проходящий через полуострова Ямал и Гыданский (см. рис. 2).

Анализ сейсмических материалов показал, что все мезозойско-кайнозойские сейсмогеологические комплексы, выделяемые на временных разрезах Ямальной и Гыданской НГО, продолжают в акваторию Карского моря (см. рис. 5) [Конторович и др., 2017; Конторович, Конторович, 2019].

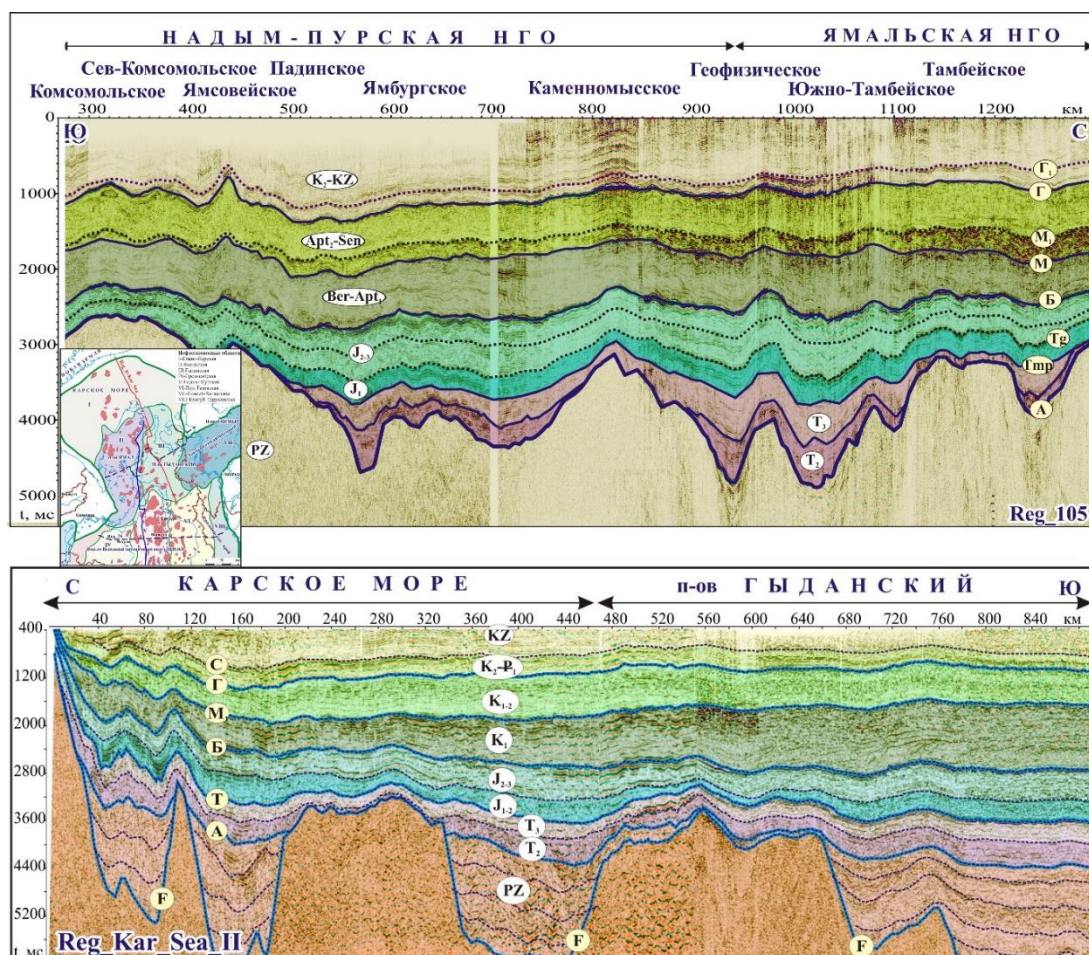


Рис. 5. Сейсмогеологические разрезы по профилям Reg_105 (ЯНАО) и Reg_Kar_Sea_II (Карское море – п-ов Гыданский).

БАЗАЛЬНЫЕ ГОРИЗОНТЫ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА, ГРАНИЦЫ ЮРА-ТРИАС, МЕЗОЗОЙ-ПАЛЕОЗОЙ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОЙ НГО

Существенно более сложная и неоднозначная ситуация в Енисей-Хатангском региональном прогибе. В настоящее время кондиционные сейсмические разрезы по профилям, пересекающим Енисей и связывающим северные районы Западной Сибири и Енисей-Хатангский региональный прогиб, отсутствуют, что существенно осложняет выделение границ юры и триаса, а также мезозоя и палеозоя в Енисей-Хатангской НГО.

В рамках классических тектонических схем Енисей-Хатангский региональный прогиб традиционно относится к Сибирской платформе. Связано это с тем, что в этом регионе палеозойские и мезозойские платформенные отложения залегают на древнем архейско-протерозойском фундаменте. Учитывая, что в классической тектонике границы плит и платформ определяются возрастом фундамента, это представляется абсолютно обоснованным.

В то же время в этом регионе образования древнего фундамента и верхнего протерозоя-палеозоя перекрыты мощной толщей мезозойско-кайнозойских платформенных отложений, геологическое строение которых аналогично отложениям мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Западно-Сибирской геосинеклизы. Учитывая, что в этом регионе наибольший интерес в отношении нефтегазоносности представляют традиционные для Западной Сибири юрско-меловые отложения,

в плане нефтегазогеологического районирования Енисей-Хатангский региональный прогиб выделен в составе одноименной нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (см. рис. 1).

На рисунке 6 приведены сейсмогеологические разрезы по профилям Reg_IX и Reg_Диксон–Дудинка, которые пересекают Енисей-Хатангский региональный прогиб в широтном направлении; выше в табл. 1 приведена стратиграфическая приуроченность отражающих горизонтов и их индексы.

Анализ сейсмогеологических разрезов позволяет отметить, что в осевой, наиболее погруженной части Енисей-Хатангского регионального прогиба, выделяется серия квазипараллельно залегающих энергетически выраженных отражающих горизонтов, подчеркивающих платформенный облик осадков, временная мощность которых достигает 8–9 с, что составляет 15–20 км.

На сопредельных территориях Западной Сибири максимальная толщина мезозойско-кайнозойских платформенных отложений достигает 8–9 км. Как было отмечено ранее, в наиболее глубоких скважинах СГ-6, СГ-7, пробуренных в пределах осевой части Колтогорско-Уренгойского мегажелоба, толщина мезозойско-кайнозойского осадочного чехла составляет 6500–6900 м.

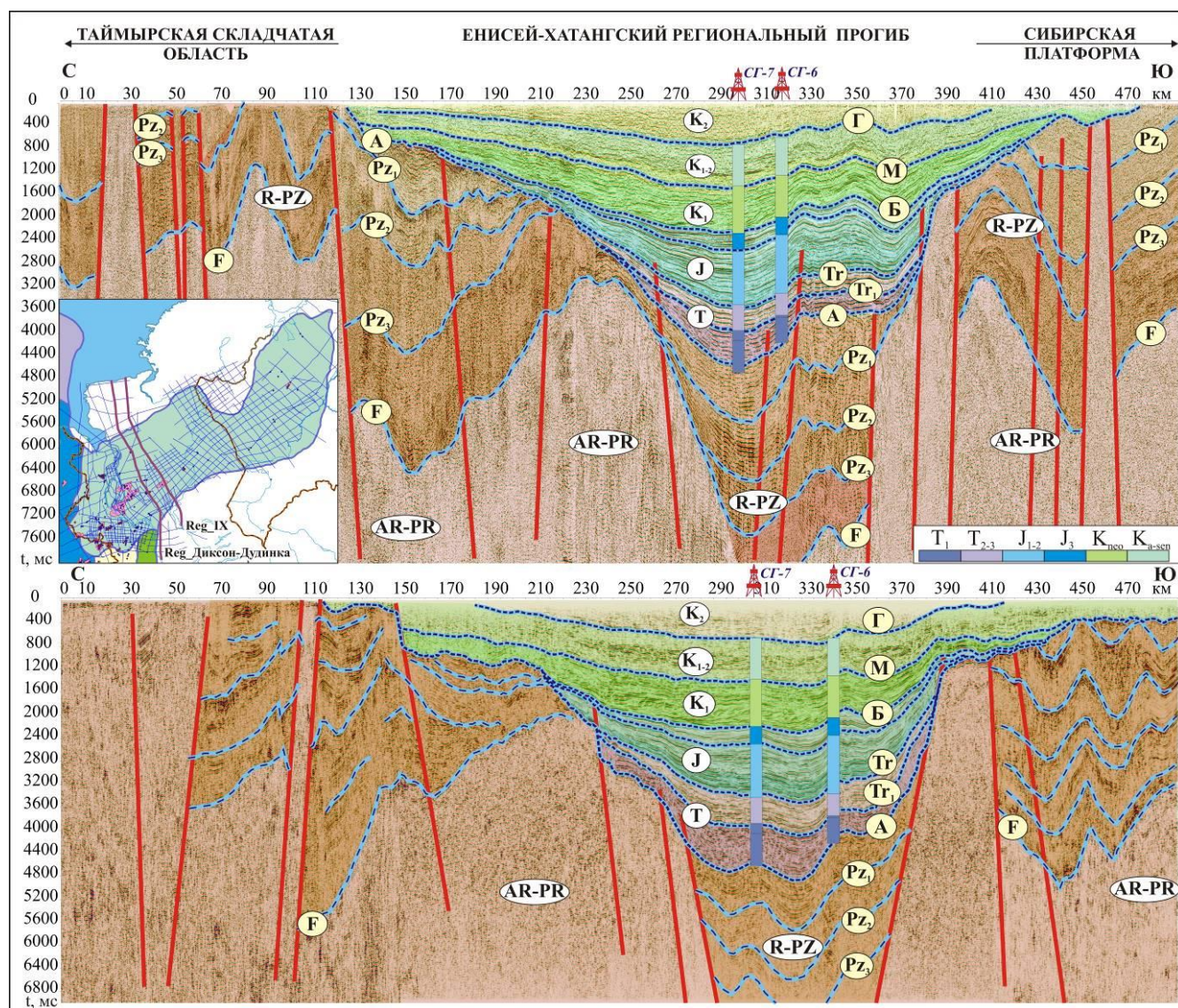


Рис. 6. Сейсмогеологические разрезы по профилям Reg_IX, Reg_Диксон–Дудинка.

Учитывая огромную мощность платформенных отложений в осевой части Енисей-Хатангского прогиба, которая минимум в два раза превышает толщину осадочного чехла в Западной Сибири, правомочно предположить, что в этой зоне платформенные отложения представлены как мезозойскими, так и палеозойскими платформенными отложениями. В этой зоне сейсмогеологические комплексы залегают квазисинхронно, без видимых перерывов, что позволяет сделать вывод о согласном залегании древних палеозойских и перекрывающих их более молодых мезозойских отложений.

В направлении структур обрамления (для мезозоя) Таймырской складчатой области и Курейской синеклизы (классической Сибирской платформы) мощности мезозойских сейсмокомплексов монотонно уменьшаются. При этом на бортах депрессии на сейсмических разрезах четко фиксируется региональное несогласие между палеозоем и мезозоем. В этих зонах палеозойские и мезозойские осадочные комплексы залегают несогласно, формируя в разрезе платформенных отложений два структурных яруса.

Следует также отметить, что палеозойские платформенные отложения, получившие развитие в осевой части Енисей-Хатангского регионального прогиба, в южной части Таймырского приподнятого блока и на Сибирской платформе, отделены двумя контрастными выступами архейско-протерозойского фундамента, которые на временных разрезах характеризуются слабоамплитудным хаотическим рисунком сейсмической записи [Конторович, Филиппов, 2021].

ГОРИЗОНТЫ БАЗАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕЗОЗОЙСКОГО СТРУКТУРНОГО ЯРУСА

На территории Енисей-Хатангской НГО пробурена 221 скважина, из которых кровля юры вскрыта в 127 скважинах, нижняя юра – в 40, триас – в 24, кровля палеозоя – в 14. При этом большинство скважин, вскрывших палеозой, пробурены на Усть-Портовском мегавыступе в зоне, где триас в разрезе отсутствует и палеозой перекрыт юрой. Все скважины, вскрывающие базальные горизонты мезозоя, расположены на бортах прогиба либо в пределах контрастных поднятий, осложняющих Балахнинский выступ, Рассохинский мегавал и Усть-Портовский мегавыступ. На рисунке 7 приведена построенная в рамках выполненных в ИНГГ СО РАН исследований структурная карта по кровле триаса, на которой показаны скважины, вскрывшие палеозой и триас.

Как отмечалось ранее, выделение горизонта А, приуроченного к границе палеозоя и мезозоя, на бортах прогиба не вызывает проблем. В то же время корреляция сейсмических горизонтов, приуроченных к кровлям базальных комплексов мезозоя и стратифицированных на бортах в погруженную часть прогиба, многовариантна и крайне неоднозначна.

В южных и центральных районах Западной Сибири базальные комплексы мезозойско-кайнозойского осадочного чехла (нижняя юра, аален и т. д.) резко выклиниваются на выступах фундамента («утыкаются в выступы»). В этих регионах уменьшение мощности юры происходит за счет последовательного выклинивания нижних комплексов на эрозионно-тектонические выступы. При этом толщина вышележащих комплексов меняется незначительно (рис. 8).

Это свидетельствует о том, что на момент формирования этих толщ рельеф палеозойского фундамента был уже значительно дифференцирован – существовали депрессионные зоны и выступы фундамента.

На севере провинции, в акватории Карского моря и в Енисей-Хатангском прогибе, ситуация иная. Здесь по направлению к структурам обрамления толщи юрских и триасовых сейсмокомплексов уменьшаются постепенно – осевая часть бассейна постепенно погружалась относительно структур обрамления в триасе и юре.

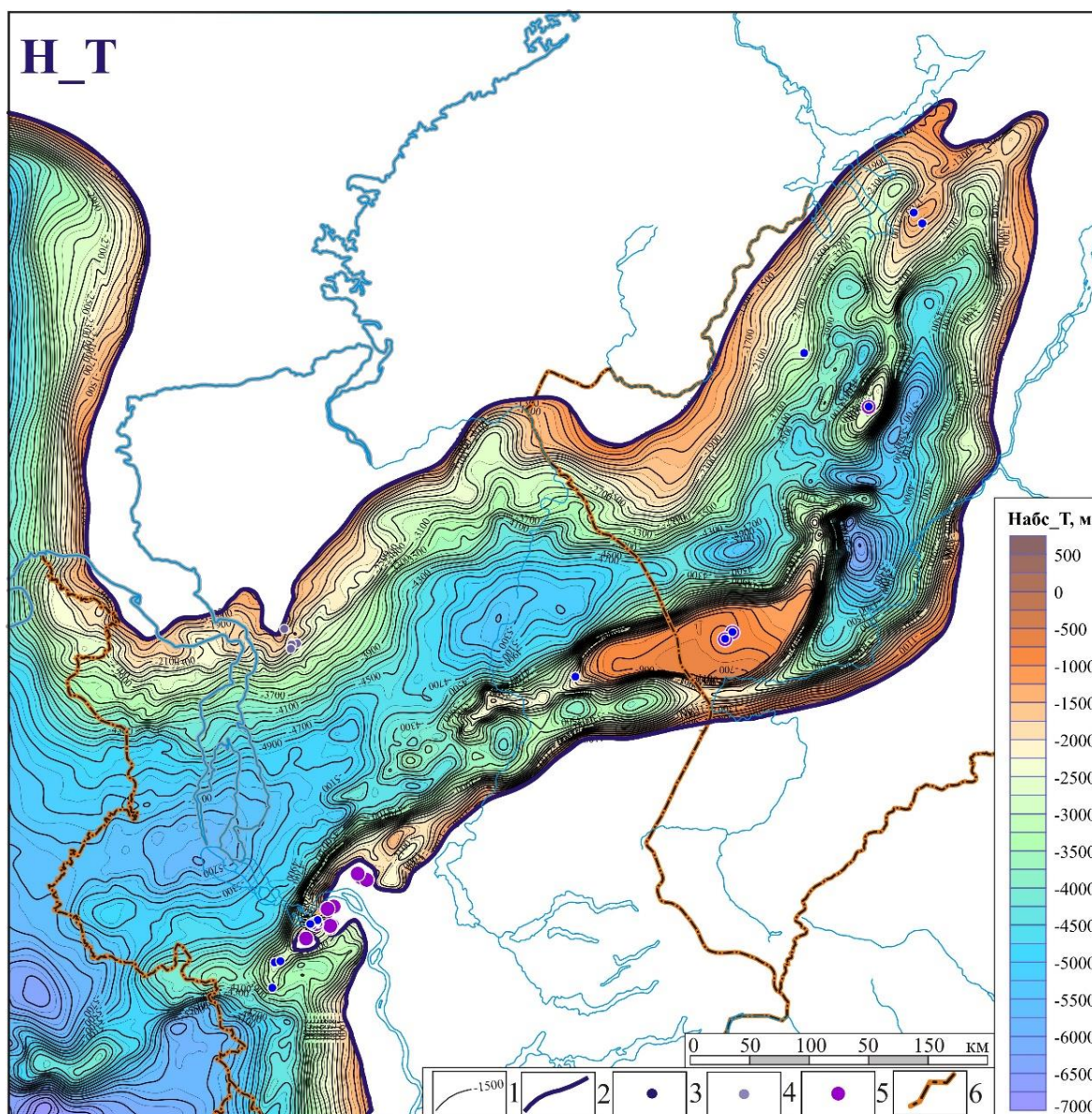


Рис. 7. Структурная карта по кровле триаса: 1 – изогипсы кровли триаса, 2 – граница распространения терригенного триаса; скважины: 3 – вскрывшие терригенный триас, 4 – вскрывшие базальты, 5 – вскрывшие палеозой, 6 – административные границы.

При этом мощность триасовых и юрских отложений на бортах прогиба может уменьшиться более чем в 2 раза, и при этом в разрезе будут присутствовать все триас-юрские комплексы, развитые в депрессионной части прогиба.

Сложность заключается еще и в том, что, как было отмечено ранее, юрские и триасовые отложения сложены однотипными по литологическому составу и акустическим свойствам терригенными породами. Если, опираясь на сейсмическую модель, полагать, что в осевой части прогиба мезозойские отложения согласно перекрывают палеозой, то в верхней части последнего будет залегать пермь, которая в Сибири также сложена, главным образом, терригенными породами – переслаивающимися песчаниками, аргиллитами и алевролитами.

В этой ситуации на границах юра-триас и триас-пермь не будет происходить существенного скачка акустических характеристик пород и не будут формироваться энергетически выраженные сейсмические реперы, что и наблюдается на сейсмических разрезах – в мощной толще платформенных отложений

выделяется серия квазипараллельных отражающих горизонтов, обладающих однотипными амплитудно-энергетическими характеристиками. Учитывая эти обстоятельства, в осевой части депрессии наиболее проблематичными для стратификации являются отражающие горизонты, приуроченные к кровле триаса и подошве мезозоя–кровле палеозоя.

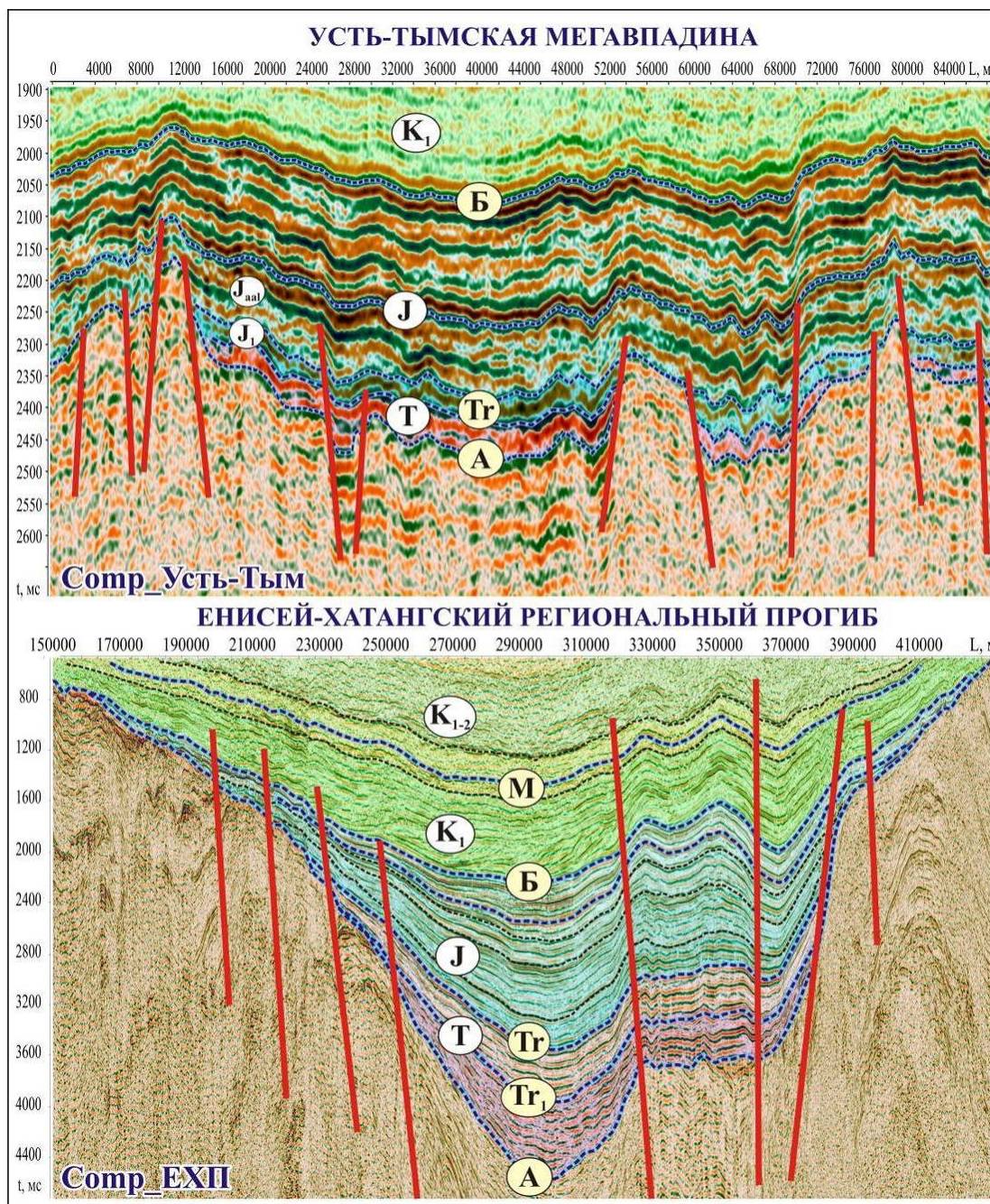


Рис. 8. Сейсмогеологическая характеристика зон выклинивания триасовых и юрских отложений в южных районах Западной Сибири и в Енисей-Хатангском региональном прогибе.

В этой ситуации была предпринята попытка пойти по пути аналогий с разрезами триаса, вскрытыми скважинами СГ-6 и СГ-7.

Подошва юры–кровля триаса. Анализ геолого-геофизических материалов показал, что толщины юрского, неомского и апт-альб-сеноманского мегакомплексов в Колтогорско-Уренгойском желобе и в Енисей-Хатангском прогибе принципиально не отличаются. Так, мощность юры в скважинах СГ-6, СГ-7

составляет 1872 и 1709 м соответственно. В Енисей-Хатангском прогибе в осевой части подошва юры не вскрыта. В то же время в скважине Тундровая-1, расположенной на северном склоне Рассохинского мегавала, далеко не в депрессионной зоне, мощность юры составляет уже 1577 м. Анализ сейсмических данных позволяет уверенно утверждать, что по мере погружения рельефа в направлении осевой части прогиба мощность юры будет возрастать.

В скважинах СГ-6, СГ-7 толщины неокома (берриас-нижний апт) и апт-альб-сеномана составляют 945–1065 и 1458–1525 м соответственно, а, например, на Пайяхской площади – 968–989 и 1527–1593 м. Значения соизмеримы, что свидетельствует о том, что в юре, неоме и апт-альб-сеномане Колтогорско-Уренгойский мегажелоб и Енисей-Хатангский региональный прогиб развивались по аналогичному сценарию и темпы погружения и осадконакопления в них были примерно одинаковые. Логично предположить, что в среднем-позднем триасе имела место такая же тенденция.

Нижняя-средняя юра в Надым-Пурском междуречье и Енисей-Хатангском районе имеет аналогичное строение, а верхняя юра отличается принципиально. В скважинах СГ-6, СГ-7 верхнеюрский комплекс пород представлен васюганской, георгиевской и баженовской свитами, суммарная толщина которых составляет порядка 120 м. На северо-востоке Западной Сибири и в Енисей-Хатангском прогибе в разрезе верхней юры выделяются яновстанская и точинская свиты, суммарная мощность которых может достигать 1000 м и более. Так, на Пайяхской и Долганской площадях, расположенных в западной части прогиба, толщина верхней юры составляет 700–800 м, в скважине Новоякимовская-1, пробуренной в центральной части депрессии, достигает 1030 м. Такое увеличение мощности верхней юры на северо-востоке Западно-Сибирского бассейна не связано с тектоническими процессами, а определяется, главным образом, удаленностью рассматриваемых территорий от источников сноса. Увеличение толщины верхней юры происходит, в первую очередь, за счет волжских отложений, т. е. связано с этапом резкого недокомпенсированного прогибания осевой части Западно-Сибирского бассейна, предопределившее существенное увеличение темпов осадконакопления и положившее начало формированию неомомских клиноформ. Аналогичным образом в это время формировался и Енисей-Хатангский региональный прогиб, в котором неомомские клиноформы, последовательно погружающиеся в северном направлении, получили широкое распространение.

В рамках проведенных исследований построенные во временном масштабе и скорректированные с учетом увеличения мощности верхней юры колонки по скважинам СГ-6 и СГ-7 были совмещены с временными разрезами по профилям Reg_IX и Reg_Диксон–Дудинка (см. рис. 6). Анализ этих материалов показал, что границы мезозойских сейсмогеологических мегакомплексов, выделенных в осевой части Енисей-Хатангского прогиба и в Колтогорском мегажелобе, практически идеально совпадают. Эти данные, а также результаты классической корреляции и характер сейсмической записи на временных разрезах послужили основой для выделения отражающих горизонтов, приуроченных к подошвам юры и тампейской серии триаса. В настоящей работе этим горизонтам присвоены индексы Tг и Tг1.

Подошва триаса–кровля палеозоя.

Выше было отмечено, что на моноклинальных бортах Енисей-Хатангского прогиба палеозойские и мезозойские отложения залегают несогласно, образуют различные структурные ярусы осадочного чехла, и в этих зонах выделение отражающего горизонта, формирующегося на границе палеозоя и мезозоя, не вызывает затруднений. Существенно более сложная ситуация в осевой части Енисей-Хатангского прогиба.

Если тампейская серия среднего-позднего триаса на севере Западной Сибири повсеместно сложена однотипными терригенными породами, то разрез красноселькупской серии представлен различными литологическими разностями.

На северо-востоке Западной Сибири в Тампейском фациальном районе, граничащим с Енисей-Хатангским региональным прогибом, средний-верхний нижний триас представлен подъяхинской свитой, нижняя подсвита которой сложена серыми аргиллитами, алевролитами и пестроцветными туфами; верхняя – темно-серыми аргиллитами с прослоями алевролитов [Казаков и др., 2002].

Как было отмечено ранее, в Енисей-Хатангском прогибе триас вскрыт в 24 скважинах. Палеозой вскрыт в 14 скважинах, в 10 из которых он перекрыт юрой, триас в разрезе отсутствует, подошва триаса охарактеризована в четырех скважинах.

В распоряжении специалистов ИНГГ СО РАН имеется описание керна нижнего триаса по 17 скважинам. В 14 скважинах, пробуренных на Балахнинской, Логатской, Малохетской, Семеновской, Тампейской и Тундровой площадях, нижний триас сложен терригенными породами.

В скважине Малохетская-6, расположенной на Усть-Портовском мегавыступе, и в скважине Тундровая-1, расположенной на Рассохинском мегавалу, и вскрывших кровлю палеозоя, мощность нижнего триаса составляет 800 и 866 м соответственно. Наиболее мощная толща терригенного триаса красноселькупской серии, вскрытая скважиной Владимирская-21, составляет 1380 м (подошва триаса не вскрыта).

Нижнетриасовые базальты вскрыты в четырех скважинах на Хабейской и Гольчихинской площадях, которые расположены практически в одной точке на северном борту Енисей-Хатангского прогиба (см. рис. 7). Вскрытая мощность базальтов на Хабейской площади составляет порядка 200 м, в скважине Гольчихинская-1 – 1576 м. Анализ волновых полей свидетельствует о том, что базальты нижнего триаса на Гольчихинской и Хабейской площадях не имеют ничего общего с триасовыми толщами, получившими развитие в осевой части Енисей-Хатангского прогиба.

В депрессионной зоне ниже горизонта T_{r1} , приуроченного к подошве тампейской серии, согласно залегают однотипные по характеру сейсмической записи и энергетике отражающих горизонтов комплексы, мощности которых монотонно уменьшаются в направлении структур обрамления. Скважина Гольчихинская-1 вскрывает базальты ниже горизонта, приуроченного к перерыву в осадконакоплении, в локальной впадине. В подошве толща базальтов ограничена локально развитым сейсмическим отражением, которое снизу «втыкается в перерыв» и прослеживается несогласно вышележащим горизонтам мезозоя (рис. 9).

Это позволяет предполагать, что по аналогии с Тампейским фациальным районом в Енисей-Хатангском региональном прогибе нижний триас будет представлен преимущественно терригенными породами – переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами.

Вскрытые мощности триасовых отложений и характер волновых полей позволили условно выделить отражающий горизонт А, приуроченный к подошве мезозоя–кровле палеозоя в Енисей-Хатангском региональном прогибе. При этом учитывалось еще одно обстоятельство. Согласно геохронологической шкале, вошедшей в стратиграфический кодекс 2019 г. [Стратиграфический кодекс ..., 2019], триас имеет возраст 252–201 млн лет, юра – 145–201 млн лет; время формирования 51 и 56 млн лет соответственно. Если темпы осадконакопления на этих этапах развития принципиально не отличались, что в целом согласуется с имеющимся фактическим материалом, то мощности юрских и

триасовых отложений в Енисей-Хатангской зоне должны быть соизмеримы, что и получается при предложенном подходе.

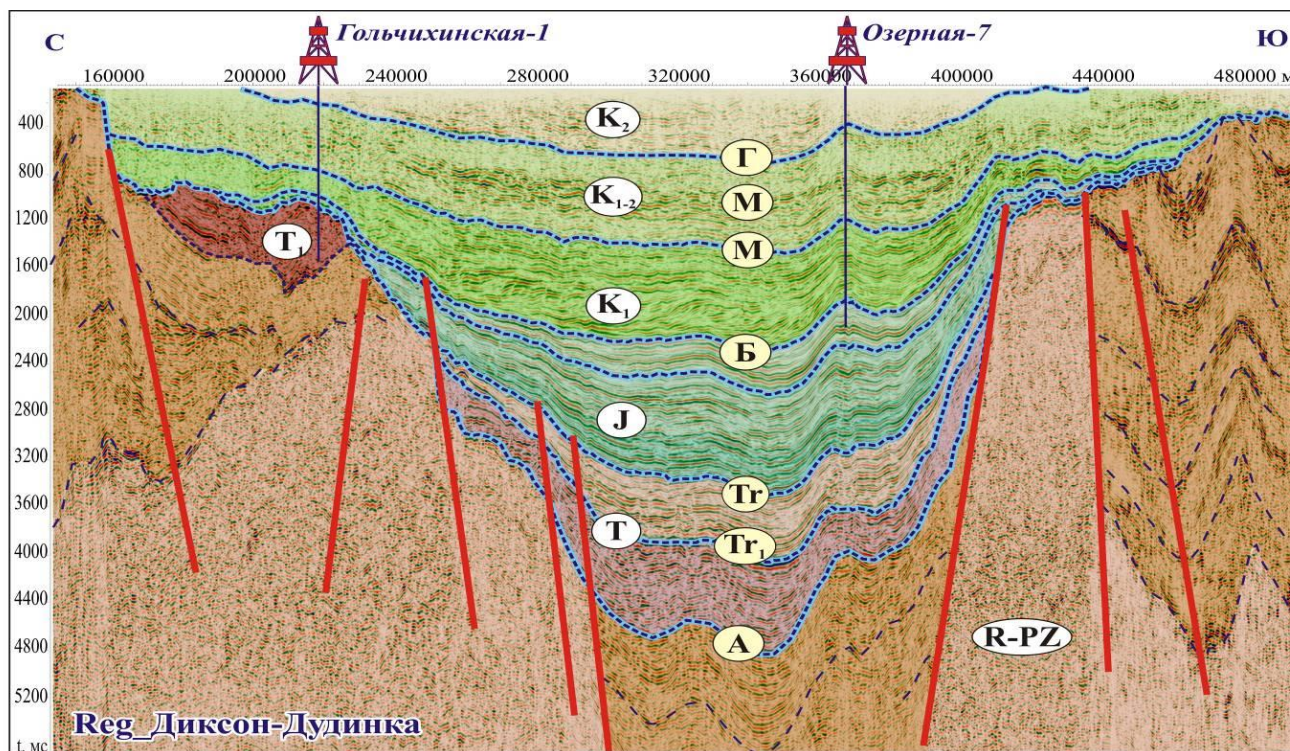


Рис. 9. Сейсмические образы триаса, сложенного терригенными породами и базальтами.

Если наша стратификация отражающего горизонта, приуроченного к подошве мезозоя–кровле палеозоя близка к реальной, то в осевой части Енисей-Хатангского регионального прогиба в разрезе палеозоя выделяется четыре сейсмокомплекса; в разрезе мезозоя – пять традиционных для Западной Сибири сейсмогеологических мегакомплексов – триасовый, юрский, неокомский (берриас-нижнеаптский), апт-альб-сеноманский и позднемеловой.

На сейсмических разрезах временные мощности палеозойских и мезозойских отложений достигают 5–6 с. При средних скоростях распространения продольных сейсмических волн 3.0–3.5 км/с в терригенных отложениях мезозоя и 4.5–5.5 км/с в терригенно-карбонатных отложениях палеозоя максимальные толщины мезозойского и неопротерозойско-палеозойского осадочных мегакомплексов Енисей-Хатангского регионального прогиба составляют 8–9 и 10–13 км соответственно; мощность осадочного чехла, залегающего на архейско-протерозойском фундаменте, 18–22 км.

Ранее отмечалось, что если в осевой части прогиба мезозойские сейсмокомплексы согласно перекрывают палеозой, то на южном и северном бортах прогиба, палеозой с перерывом перекрыт мезозойскими осадочными комплексами и в этих зонах в разрезе осадочного чехла выделяются два принципиально отличающихся по строению структурных яруса.

В частности, в южной части Енисей-Хатангского прогиба, на Усть-Портовском мегавыступе, Рассохинском мегавалу, Среднепясинском поднятии и т. д. выделяются инверсионные структуры – депрессиям, выделенным в рельефах палеозойских горизонтов, в структурных планах мезозойских комплексов отвечают контрастные поднятия (рис. 10).

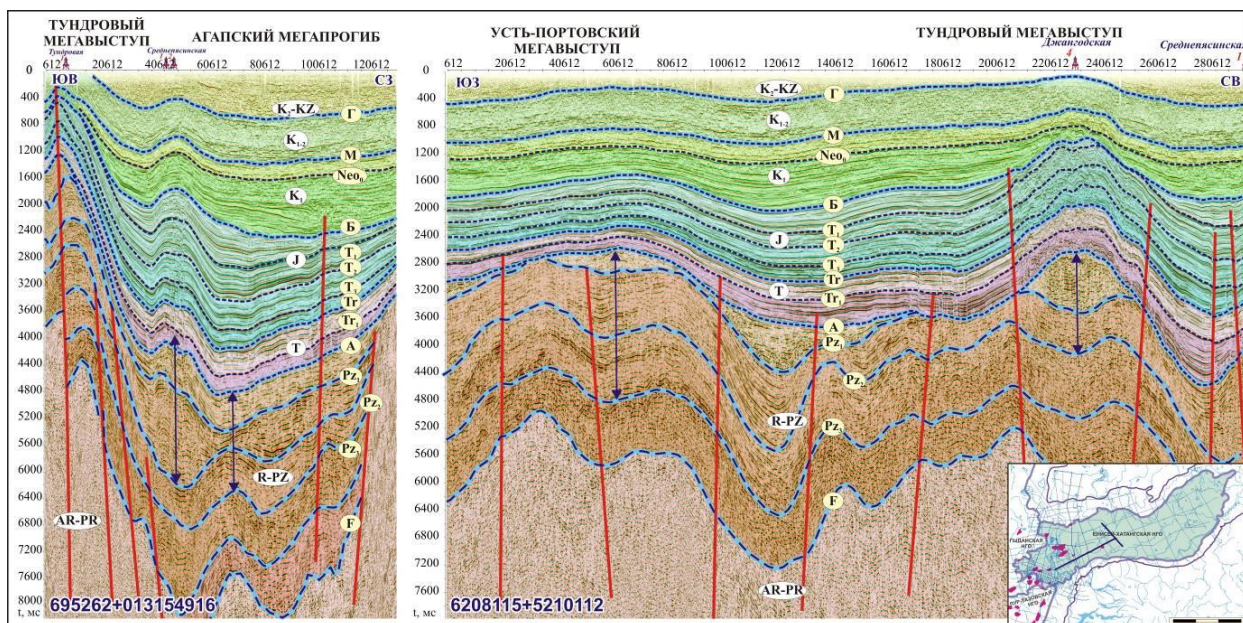


Рис. 10. Сейсмогеологическая характеристика инверсионных структур Енисей-Хатангского регионального прогиба.

Анализ геолого-геофизических материалов показал, что неопротерозойско-палеозойский комплекс платформенных отложений развит и на северо-востоке Западно-Сибирской геосинеклизы в Тагульско-Сузунской зоне, частично на полуострове Гыданский и в акватории Карского моря. Следует отметить, что на тектонической схеме Западной Сибири под редакцией В.С. Суркова в левобережье р. Енисей была выделена зона байкальской складчатости, охватывающая на севере эти территории [Сурков, Жеро, 1981].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая работа является составной частью крупного комплексного научного исследования по изучению геологического строения, оценке перспектив нефтегазоносности и уточнению ресурсного потенциала Сибирского сектора Арктической зоны России, которое выполняется в ИНГГ СО РАН на протяжении нескольких десятилетий. Статья посвящена построению согласованных сейсмогеологических моделей геологического строения платформенных отложений северных и арктических регионов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, которые в административном отношении охватывают северные районы Ямало-Ненецкого автономного округа, северо-запад Красноярского края и шельф южной части Карского моря.

В настоящее время на севере провинции к относительно хорошо изученным можно отнести аптальб-сеноманские отложения, с которыми связаны уникальные газовые залежи Надым-Пурской, Пур-Тазовской, Ямальской, Гыданской и Южно-Карской НГО. К слабоизученным (недоизученным) следует отнести неоконские отложения, в которых в Западной Сибири сконцентрировано подавляющее большинство нефтяных залежей и которые являются наиболее перспективными в Енисей-Хатангской НГО.

Согласно выполненным в ИНГГ СО РАН и ВНИГНИ количественным оценкам значительный остаточный ресурсный потенциал арктических регионов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции наряду с традиционными меловыми комплексами связан с глубокозалегающими юрскими и триасовыми отложениями, которые до настоящего времени остаются практически неизученными.

Обоснованные в настоящей работе принципы выделения отражающих горизонтов, формирующихся на границах юра-триас и триас-палеозой, региональные сейсмогеологические модели триасового и юрского мегакомплексов, а также верхнепротерозойско-палеозойских отложений Енисей-Хатангского регионального прогиба позволят, на наш взгляд, уточнить структурные построения, более кондиционно оценить объем платформенных отложений и ресурсный потенциал осадочных мегакомплексов и суббассейнов в целом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Кочергин М.О., Нестеров И.И. (мл), Огнев Д.А.** Особенности геологического строения зоны сочленения Карского моря и Гыданского полуострова и прогноз ее нефтегазоносности // Горные ведомости. 2010. № 10. С. 6–18. EDN:QAWWRH.
- Геология нефти и газа Западной Сибири / Ред. А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов, В.С. Сурков, А.А. Трофимук, Ю.Г. Эрвье.** М.: Недра, 1975. 679 с.
- Гурари Ф.Г., Гурова Т.Н., Казаринов В.П., Конторович А.Э., Нестеров И.И., Перозио Г.Н., Прозорович Г.Э., Ростовцев Н.Н., Сорокина Е.Г.** Литолого-геохимические факторы формирования и размещения залежей нефти и газа в мезозойских отложениях Западно-Сибирской плиты // Материалы по литологии и геохимии нефтегазоносных бассейнов Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС, 1968. С. 5–10.
- Казаков А.М., Константинов А.Г., Курушин Н.И., Могучева Н.К., Соболев Е.С., Фрадкина А.Ф., Ядренкин А.В., Девятов В.П., Смирнов Л.В.** Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Триасовая система. Новосибирск: СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. 322 с.
- Карогодин Ю.Н.** Ритмичность и осадконакопления и нефтегазоносность. М.: Недра, 1974. 196 с.
- Конторович А.Э., Фотиади Э.Э., Демин В.И., Леонтович В.Б., Растегин А.А.** Прогноз месторождений нефти и газа. М.: Недра, 1981. 350 с.
- Конторович В.А.** Мезозойско-кайнозойская тектоника и нефтегазоносность Западной Сибири // Геология и геофизика. 2009. Т. 50, № 4. С. 461–474. EDN:JYJJRV.
- Конторович В.А., Конторович А.Э.** Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности шельфа Карского моря // Доклады академии наук. 2019. Т. 489, № 3. С. 272–276. doi:10.31857/S0869-56524893272-276. EDN:OTGEQG.
- 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. EDN:JGQMCJ.
- Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э., Красавчиков В.О., Конторович А.А., Супруненко О.И.** Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое // Геология и геофизика. 2001. Т. 42, № 11–12. С. 1832–1845. EDN:USJNNL.
- Конторович В.А., Аюнова Д.В., Губин И.А., Калинин А.Ю., Калинина Л.М., Конторович А.Э., Малышев Н.А., Скворцов М.Б., Соловьев М.В., Сурикова Е.С.** История тектонического развития арктических территорий и акваторий Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Геология и геофизика. 2017. Т. 58, № 3–4. С. 423–444. doi:10.15372/GiG20170307. EDN:YIREQF.
- Стратиграфический кодекс России.** Издание третье, исправленное и дополненное. СПб.: Издательство ВСЕГЕИ, 2019. 96 с.
- Сурков В.С., Жеро О.Г.** Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. М.: Недра, 1981. 143 с.

REFERENCES

- Bochkarev V.S., Brekhuntsov A.M., Kochergin M.O., Nesterov I.I. (Jr), Ognev D.A.** Features of the geological structure of the junction zone of the Kara Sea and the Gydan Peninsula and the forecast of its oil and gas potential // *Gornye Vedomosti*. 2010. No. 10. P. 6–18. (In Russ.).
- Gurari F.G., Gurova T.N., Kazarinov V.P., Kontorovich A.E., Nesterov I.I., Perozio G.N., Prozorovich G.E., Rostovtsev N.N., Sorokina E.G.** Lithological and geochemical factors of formation and placement of oil and gas deposits in Mesozoic sediments of the West Siberian plate // *Materials on lithology and geochemistry of oil and gas basins of Siberia* (In Russ.). SNIIGGiMS, Novosibirsk, 1968. P. 5–10.
- Kazakov A.M., Konstantinov A.G., Kurushin N.I., Mogucheva N.K., Sobolev E.S., Fradkina A.F., Yadrenkin A.V., Devyatov V.P., Smirnov L.V.** Stratigraphy of oil and gas basins of Siberia. Triassic system (In Russ.). GEO, Novosibirsk, 2002. 322 p.
- Karogodin Yu.N.** Rhythmicity and precipitation and oil and gas bearing capacity (In Russ.). Nedra, Moscow, 1974. 196 p.
- Kontorovich A.E., Fotiadi E.E., Demin V.I., Leontovich V.B., Rastegin A.A.** Oil and gas reservoir forecasting (In Russ.). Nedra, Moscow, 1981. 350 p.
- Kontorovich V.A.** The Meso-Cenozoic tectonics and petroleum potential of West Siberia // *Russian Geology and Geophysics*. 2009. Vol. 50 (4). P. 346–357. doi:10.1016/j.rgg.2009.03.012.
- Kontorovich V.A., Kontorovich A.E.** Geological structure and petroleum potential of the Kara Sea Shelf // *Doklady Earth Sciences*. 2019. Vol. 489 (1). P. 1289–1293. doi:10.1134/S1028334X19110229.
- Kontorovich V.A., Philippov Yu.F.** Formation conditions and geological structure of the Yenisei-Khatanga regional trough // *Russian Journal of Geophysical Technologies*. 2021. No. 4. P. 16–25. doi:10.18303/2619-1563-2021-4-16. (In Russ.).
- Kontorovich V.A., Belyaev S.Yu., Kontorovich A.E., Krasavchikov V.O., Kontorovich A.A., Suprunenko O.I.** Tectonic structure and history of evolution of the West Siberian geosyncline in the Mesozoic and Cenozoic // *Russian Geology and Geophysics*. 2001. Vol. 42 (11–12). P. 1832–1845.
- Kontorovich V.A., Ayunova D.V., Gubin I.A., Kalinin A.Yu., Kalinina L.M., Kontorovich A.E., Malyshev N.A., Skvortsov M.B., Solov'ev M.V., Surikova E.S.** Tectonic evolution of the Arctic onshore and offshore regions of the West Siberian petroleum province // *Russian Geology and Geophysics*. 2017. Vol. 58 (3–4). P. 343–361. doi: 10.1016/j.rgg.2016.09.010.
- Stratigraphic code of Russia.** Third edition, revised and supplemented (In Russ.). VSEGEI, St. Petersburg, 2019. 96 p.
- Surkov V.S., Zhero O.G.** Foundation and development of the platform cover of the West Siberian Plate (In Russ.). Nedra, Moscow, 1981. 143 p.
- The Geology of oil and gas of Western Siberia** / Eds. A.E. Kontorovich, I.I. Nesterov, F.K. Salmanov, V.S. Surkov, A.A. Trofimuk, Yu.G. Hervier (In Russ.). Nedra, Moscow, 1975. 679 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

КОНТОРОВИЧ Владимир Алексеевич – доктор геолого-минералогических наук, член корреспондент РАН, главный научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем ИНГГ СО РАН. 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; *KontorovichVA@ipgg.sbras.ru*, <https://orcid.org/0009-0007-3484-3769>.

АЮНОВА Дарья Владимировна – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем ИНГГ СО РАН. Основные научные интересы: сейсмогеологическая и структурно-тектоническая характеристики, нефтегазоносность мезозойско-кайнозойского комплекса Западной Сибири; *KontorovichDV@ipgg.sbras.ru*, <https://orcid.org/0009-0004-3638-8147>.

ИБРАГИМОВА Софья Михайловна – младший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем ИНГГ СО РАН. Основные научные интересы: тектоническое строение, структурная характеристика, история тектонического развития, геологическое строение, перспективы нефтегазоносности мезозойско-кайнозойского комплекса арктических регионов Западной Сибири; *GusevaSM@ipgg.sbras.ru*, <https://orcid.org/0009-0000-5977-9758>.

КАЛИНИН Александр Юрьевич – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем ИНГГ СО РАН. Основные научные интересы: разработка методических приемов картирования зон распространения и оценки качества коллекторов на базе комплексирования данных сейсморазведки, ГИС и глубокого бурения; *KalininAY@ipgg.sbras.ru*, <https://orcid.org/0009-0007-0464-5980>.

КАЛИНИНА Людмила Михайловна – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем ИНГГ СО РАН. Основные научные интересы: анализ геологического строения, условия формирования и нефтегазоносность мезозойских и палеозойских отложений Западно-Сибирской геосинеклизы; *KalininaLM@ipgg.sbras.ru*, <https://orcid.org/0009-0003-5529-2928>.

СОЛОВЬЕВ Максим Владимирович – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН. 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.

ФИЛИППОВ Юрий Федорович – доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем ИНГГ СО РАН. Основные научные интересы: региональная геология Западной и Восточной Сибири, интерпретация геофизических данных и построение моделей геологического строения, изучение тектонической природы докембрийских и палеозойских комплексов, оценка перспектив их нефтегазоносности; *PhilippovYF@ipgg.sbras.ru*, <https://orcid.org/0000-0002-3316-9318>.

*Статья поступила в редакцию 16 декабря 2025 г.,
одобрена после рецензирования 18 декабря 2025 г.,
принята к публикации 19 декабря 2025 г.*