

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Поступила в редакцию 23.08.2024 г.

Принята к публикации 22.11.2024 г.

EDN: PPIYOC

УДК 550.834:551.762.2.022.4:553.98(571.121+571.511)

Борисов Е.В., Шестакова Н.И., Нехаев А.Ю.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН), Новосибирск, Россия, BorisovEV@ipgg.sbras.ru, ShestakovaNI@ipgg.sbras.ru, NekhaevAY@ipgg.sbras.ru

БАЙОС-БАТСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ: ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, СЕЙСМОСТРАТИГРАФИЯ, РАЙОНИРОВАНИЕ ПО ТИПАМ РАЗРЕЗОВ

Приведены данные по геологическому строению малышевской и леонтьевской свит в северо-восточных районах Западной Сибири. На основе комплексного анализа волновой картины юрского интервала разреза на серии временных сейсмических профилей, и данных геофизических исследований скважин, проведена детальная корреляция среднеюрских отложений. По результатам комплексных исследований выделены три типа разреза байос-батских отложений. Построены структурные карты по поверхности малышевской и леонтьевской свит, а также карты толщин свит. Проведено районирование байос-батского комплекса по типам разреза.

Ключевые слова: *временной сейсмический профиль, корреляция среднеюрских отложений, районирование по типам разрезов, структурная карта, карта толщин, северо-восточные районы Западной Сибири.*

Для цитирования: Борисов Е.В., Шестакова Н.И., Нехаев А.Ю. Байос-батские отложения северо-восточных районов Западной Сибири: геологическое строение, сейсмостратиграфия, районирование по типам разрезов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2024. - Т.19. - №4. - https://www.ngtp.ru/rub/2024/36_2024.html
EDN: PPIYOC

История нефтегазопоисковых работ

Впервые вопрос о перспективах нефтегазоносности арктических районов северо-востока Западной Сибири поставлен еще в 1935 г. Н.А. Гедройцем после проведения маршрутных геологических исследований на левобережье р. Енисей в районе устья р. Малой Хеты, где открыты выходы горючих газов на дневную поверхность [Соколов, 1960]. Результаты проведенных работ позволили рекомендовать Усть-Енисейский район для дальнейших нефтегазопоисковых работ и начать масштабное колонковое и роторное бурение. Результаты бурения подтвердили первоначальные предположения о перспективности Малохетского района: в 62 колонковых скважинах отмечены различные нефтепроявления [Соколов, 1960], а в глубоких скважинах, пробуренных с 1940 по 1946 гг. на Малохетской и Точинской площадях, из различных интервалов получены притоки воды с нефтяной плёнкой (скважины 4 и 9) или растворённым газом (скважины 7 и 9). В дальнейшем направление нефтегазопоисковых работ сместилось несколько южнее, в Туруханский район, и

возобновлено в Усть-Енисейском районе уже в 50-е гг. В 1952 г. в скв. Малохетская 13 из песчаников валанжина впервые получен приток свободного газа дебитом 12 тыс. м³/сут [Гуляев, 1964]. В 1965 г. скв. 1 на Нижнехетской площади открыто первое газовое месторождение в арктической части Западной Сибири, запасы которого связаны с отложениями верхней юры (сиговская свита). В последующие несколько лет (1966-1969 гг.) одно за другим в этом районе открыты несколько газовых и газоконденсатных месторождений, включая два крупных (газовое Мессояхское и газоконденсатное Пеляткинское) (рис. 1). Основные запасы в открытых месторождениях сосредоточены в нижнемеловых отложениях (суходудинская, малохетская свиты), что и предопределило в дальнейшем основной стратиграфический интервал для газопоисковых работ.

К середине 1970-х гг. нефтегазоносный потенциал арктических территорий Западной Сибири значительно возрос в связи с открытием новых залежей на Гыданском п-ове, к западу от Усть-Енисейского района. В 1975 г. на Геофизической площади скв. 41 открыто крупное нефтегазоконденсатное месторождение, в 1978 г. – Антипаютинское газовое месторождение, также относящиеся к категории крупных, а в 1979 г. – уникальное Салмановское (Утреннее) нефтегазоконденсатное месторождение. Как и в Усть-Енисейском районе, большинство открытых месторождений - газовые по составу и приурочены преимущественно к меловым отложениям. Однако, на месторождениях п-ова Гыдан значительно возросла роль верхнемеловых отложений (марресалинская свита). Несколько позднее (1974-1986 гг.) обнаружены газоконденсатные залежи в нижнемеловых отложениях на Тамбейской группе месторождений на восточном побережье п-ова Ямал.

Всего с 1965 по 1991 гг. на рассматриваемой территории открыто 43 месторождения (рис. 2). Завершился советский период открытием гигантского Пайяхского месторождения – первого нефтяного месторождения, расположенного в западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба (ЕХРП). Последующее десятилетие характеризовалось общим спадом нефтегазопоисковых работ и, как следствие, сокращением количества новых месторождений. С 1992 по 2000 гг. открыто только три месторождения – газовые Трёхбугорное и Штормовое (1992-1993 гг.) и газоконденсатное Ладертойское (1993 г.). Тем не менее, очевидно, что потенциал арктической зоны Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна не исчерпан.

Новый этап активных нефтегазопоисковых работ на территории Гыданской и Енисей-Хатангской нефтегазоносных областей (НГО) приходится на начало 2000-х гг. С целью восполнения минерально-сырьевой базы внимание государства и нефтегазовых компаний снова обращено на северные и арктические районы Западно-Сибирского бассейна (ЗСБ).

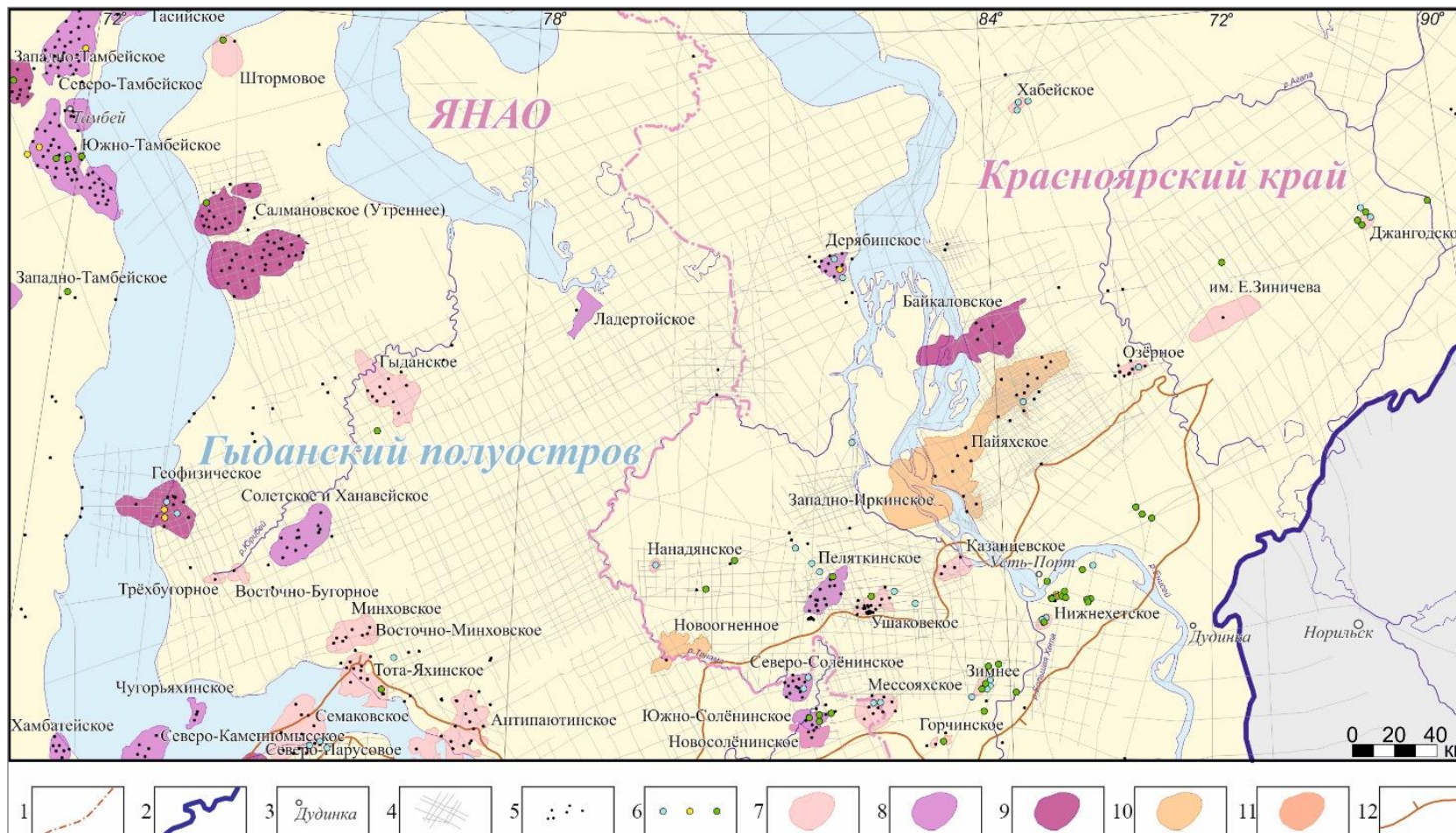


Рис. 1. Обзорная карта северо-восточных районов Западной Сибири

1 - административная граница; 2 - граница распространения мезозойских отложений; 3 - населённые пункты; 4 - сейсмопрофиля 2D; 5 - глубокие скважины; 6 - скважины, вскрывшие: а) мальшевскую свиту, б) мальшевскую и леонтьевскую свиты, в) мальшевскую, леонтьевскую и вымскую свиты; 7-10 - месторождения: 7 - газовые; 8 - газоконденсатные; 9 - нефтегазоконденсатные, 10 - нефтяные, 11 - газонефтяные; 12 - границы Мессояхской наклонной гряды.

Главным объектом для поисков углеводородов (УВ) стали наиболее изученные, с доказанной нефтегазоносностью, нижнемеловые отложения ЕХРП. В первую очередь, разбуривались локальные поднятия, выявленные еще на предыдущих этапах геологоразведочных работ.

Уже в 2000 г. в пределах Мессояхской наклонной гряды¹ (см. рис. 1) открыто Новосолёнинское газонефтяное месторождение, а в 2009 г. в западной части ЕХРП - Байкаловское нефтегазоконденсатное месторождение. Оба месторождения относятся к категории средних. Еще одно среднее по запасам месторождение – Чугорьяхинское – открыто в 2002 г. в акватории Тазовской губы. Буквально в последние годы на исследуемой территории открыто сразу три месторождения: Новоогненное и Западно-Иркинское (2020 г.) нефтяные и газовое месторождение им. Е. Зиничева (2021 г.), причем последние два по своим запасам относятся к категории уникальных.

Несмотря на то, что основные запасы УВ на северо-востоке Западной Сибири связаны с меловыми резервуарами, значительный интерес для нефтегазопроисковых работ представляют и отложения юры, в первую очередь породы нижнесреднеюрского комплекса. Одним из первых месторождений, открытых в арктическом секторе Сибири, стало Зимнее (1966 г.), где небольшая по запасам газовая залежь приурочена к пласту Мл-I малышевской свиты (ЮЕ₂ по принятой в ЗСБ классификации [Борисов, Казаненков, 2018]). В 1975 г. в восточной части ЕХРП открыто Балахнинское газовое месторождение с залежами в пласте Вм-I (Ю₆) вымской свиты, а на Гыданском п-ове – крупное многопластовое нефтегазоконденсатное Геофизическое месторождение, одна из залежей которого приурочена к пласту Ю₂. Еще одно месторождение с запасами в пласте Мл-I (Ю₂) – Хабейское – открыто в пределах западной части ЕХРП в 1981 г. Кроме того, залежи УВ в среднеюрских отложениях обнаружены и на сопредельных территориях Гыданской и Ямальской НГО: на восточном побережье п-ова Ямал с середины 1970-х гг. залежи в пластах Ю₂₋₄ (малышевская свита) и Ю₆₋₈ (вымская свита) открыты на группе Тамбейских месторождений. Еще одна залежь в пласте Ю₂ открыта в 1997 г. на Северо-Парусовом месторождении. В нижнеюрских отложениях небольшая газовая залежь в пласте Зм-I зимней свиты (ЮЕ₁₅) [Борисов, Казаненков, 2018] открыта на Зимнем месторождении [Кузнецов, 1971]. Таким образом, газовые залежи в отложениях байосбатского комплекса средней юры обнаружены практически на всех относительно хорошо разбуренных участках, обрамляющих территорию исследования.

Проведенная в 2023 г. тюменскими специалистами оценка подготовленных извлекаемых ресурсов свободного газа и конденсата по категории D₀ в пределах п-ова Ямал, Гыданского п-

¹ Здесь и далее названия тектонических элементов приведены согласно тектонической карте юрского структурного яруса Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [Контарович и др., 2001].

ова и Надым Пур-Тазовского региона показала, что основные газопоисковые объекты на севере Западной Сибири приурочены к среднеюрским отложениям (5,9 трлн. м³) [Брехунцов, Нестеров, Грамматчикова, 2023]. Со средней юрой связаны и максимальные прогнозируемые объемы конденсата (873 млн. т). Таким образом, отложения нижнесреднеюрского комплекса являются первоочередным объектом исследований для поисков газа и конденсата в арктическом секторе Западной Сибири.

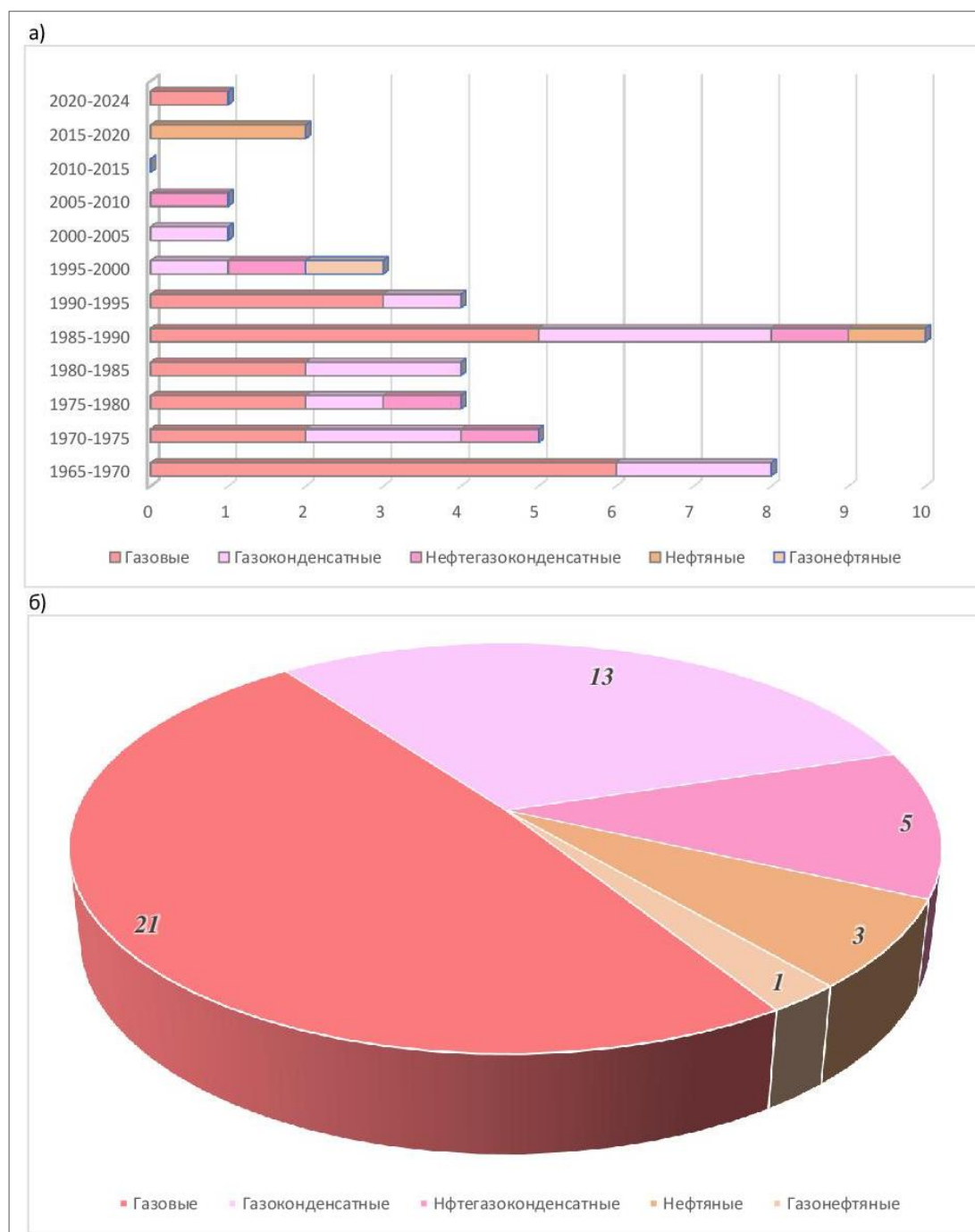


Рис. 2. Динамика открытия месторождений с 1965 по 2021 гг. на северо-востоке Западной Сибири (а) и их распределение по составу углеводородов (б)

Изученность бурением юрских отложений

Открытия последних лет еще раз подтвердили высокий нефтегазоносный потенциал арктических регионов Западной Сибири и дают основания надеяться на новые крупные месторождения на территории Гыданской и Енисей-Хатангской НГО. Еще одним фактором, свидетельствующим в пользу необходимости проведения в этом районе дальнейших нефтегазопоисковых работ, является слабая изученность территории. Плотность сейсмических работ МОГТ составляет порядка 0,22 км/км². Большая часть сейсмических исследований проводилась еще в советские годы, и качество полученных результатов не всегда удовлетворяет современным требованиям при переинтерпретации, а часть материалов оказалась и вовсе утраченной. Объем бурения на исследуемой территории составляет порядка 0,006 км/км², при этом большая часть скважин приурочена к западной части Енисей-Хатангской НГО, тогда как северо-восточная часть Гыданской НГО (более 25 000 км²) не изучена глубоким бурением вовсе. К низкой освоенности территории бурением в целом добавляется и крайне неравномерная изученность юрско-мелового разреза по стратиграфическим комплексам. Подавляющее большинство пробуренных на рассматриваемой территории скважин (72%) имеют забой в отложениях мела и лишь менее четверти (22%) вскрыли юрские образования. При этом на нижнесреднеюрский комплекс приходится всего 13% от общего числа скважин. Подобная ситуация типична для районов с основными запасами УВ в меловом комплексе.

Наименее изученными глубоким бурением остаются нижнеюрские образования. Так, в пределах Усть-Енисейского района, относящегося к западной части ЕХРП, полный разрез нижней юры вскрыт всего лишь четырьмя поисковыми скважинами на Зимней, Семёновской и Тампейской площадях. Скважины пробурены еще в 60-е гг. прошлого века в присводовой части Мессояхской наклонной гряды, характеризующейся общим сокращением толщины нижнесреднеюрского комплекса. В пределах Гыданского п-ова нижнеюрские отложения на полную мощность вскрыты лишь в одной скважине (Гыданская 130), пробуренной в 2017 г. в его центральной части. Еще две скважины (Штормовая 122 и Тота-Яхинская 25) вскрыли породы китербютской и шараповской свит.

Несколько лучше изучены бурением отложения средней юры. Однако, необходимо учитывать, что большинство скважин, вскрывших полный разрез среднеюрских отложений (за исключением упомянутых Штормовой и Тота-Яхинской) пробурены в пределах свода Мессояхской наклонной гряды, обрамляющей ЕХРП с юга-запада. В осевой части прогиба единичными скважинами (Южно-Носковская 318, Пайяхская 1) вскрыты только верхи мальшевской свиты, завершающей среднеюрский разрез. Малочисленные глубокие скважины, пробуренные на бортах ЕХРП, вскрыли в лучшем случае отложения вымской

свиты (Яровская 2, Паютская 1, Пеляткинская 1, Ушаковская 1 и Верхнекубинская 2). На Гыданском п-ове, кроме Штурмовой, Тота-Яхинской и Гыданской скважин, единственной скважиной с забоем в вымской свите является Утренняя 279. Необходимо также добавить, что за исключением Гыданской параметрической скв. 130, все остальные скважины, вскрывшие среднеюрские отложения, пробурены на западном и юго-западном побережьях Гыданского п-ова. Таким образом, в плане геолого-геофизической изученности, нижнесреднеюрские отложения на большей части территории Гыданской и западной части Енисей-Хатангской НГО представляют собой сплошное «белое пятно».

Как следует из вышесказанного, наиболее изученными отложениями в нижнесреднеюрском разрезе к настоящему времени являются породы байос-батского комплекса, в первую очередь – малышевская свита, залегающая в верхней его части, с проницаемыми пластами которой связано большинство открытых залежей УВ в юрских отложениях севера Западной Сибири. Вышележащие верхнеюрские отложения на большей части исследуемой территории представлены мощными глинистыми толщами и в нефтегазоносном отношении могут рассматриваться только в качестве флюидоупора. Таким образом, в качестве объекта исследования авторами выбраны отложения байос-батского комплекса наиболее перспективные с точки зрения нефтегазоносности и изученные в геолого-геофизическом отношении. В настоящей работе на основании комплексного анализа сейсмических данных и результатов глубокого бурения сделана попытка проследить основные особенности строения и распространения малышевской и леонтьевской свит в арктических районах Западной Сибири.

Геологическое строение и характеристика байос-батского комплекса

Байос-батский комплекс на изучаемой территории сложен вымской, леонтьевской и малышевской свитами [Решения..., 2004] (рис. 3). В основании комплекса (низы нижнего байоса) залегают вымская свита, представленная чередованием разномерных светло-серых и серых песчаников и алевролитов, с прослоями тёмно-серых аргиллитов и углистых пород. Песчаные пласты в составе свиты слагают отдельные продуктивные горизонты, индексируемые как ЮЯ₇–ЮЯ₉ в пределах Ямало-Гыданского структурно-фациального района (СФР) и ЮЕ₆–ЮЕ₉ в Усть-Енисейском и Хатангском СФР [Решения..., 2004; Борисов, Казаненков, 2018].

Выше по разрезу согласно залегают породы леонтьевской свиты, представленной аргиллитами с прослоями алевролитов, реже песчаников. На отдельных площадях песчаные прослои объединяются в единые песчаные горизонты, индексируемые как ЮЯ₅ и ЮЯ₆ либо ЮЕ₅. Завершает разрез байос-батского комплекса малышевская свита, согласно

перекрывающая породы леонтьевской свиты и представленная светло-серыми и серыми песчаниками, преимущественно мелко и среднезернистыми, а также серыми алевролитами с прослоями серых и темно-серых аргиллитов. Песчаные пласты слагают три продуктивных горизонта, индексирующиеся как ЮЯ₂, ЮЯ₃ и ЮЯ₄ в пределах Ямало-Гыданского СФР и соответственно ЮЕ₂, ЮЕ₃ и ЮЕ₄ в Усть-Енисейском и Хатангском СФР².



Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Горизонт	Ямало-Гыданская СФО		Средняя Сибирь
					Ямало-Гыданский СФР (восточная часть)	Усть-Енисейский СФР (северная часть)	Хатангский СФР (западная часть)
ЮРСКИЙ	СРЕДНИЙ	БАТСКИЙ	НИЖН., СРЕДН., ВЕРХ.	МАЛЫШЕВСКИЙ	абалкацкая, точинская, гольчихинская		
					малышевская свита		
					Песчаники, алевролиты и аргиллиты, пакеты флишеидного переслаивания, включения антраконита с <i>Cranoccephalites</i> sp., <i>Retroceramus gr.retrosus</i> , <i>Arctotis sublaevis</i> , <i>Meleagrinnella ovalis</i> , <i>Malletia valga</i> , <i>Globulina praecircumphlua</i> , <i>Recurvoides anabarensis</i> , <i>Trochammina aff. praesquamata</i> , <i>Camptocythere (A.) arangastachiensis</i>		
		ЮН _{2,4} , ЮЯ _{2,4}	ЮЕ _{2,4} (Мл I-IV)	ЮЕ _{2,4} (Мл I-IV)			
		до 285 м	до 320 м	до 365 м			
		БАЙОССКИЙ	ВЕРХНИЙ	НИЖНИЙ	ЛЕОНТЬЕВСКИЙ	леонтьевская свита	
Глины и аргиллиты с антраконитом <i>Retroceramus gr.porrectus</i> , <i>Arctotis lenaensis</i> , <i>A. sublaevis</i> , <i>Meleagrinnella decussata</i> , <i>Ammodiscus arangastachiensis</i> , <i>Globulina oolitica</i> , <i>Recurvoides anabarensis</i> , <i>Trochammina praesquamata</i> , <i>Camptocythere spp.</i>							
ЮН _{5,6}	ЮЕ ₅					ЮЕ ₅	
до 330 м	до 315 м	до 335 м					
БАЙОССКИЙ	НИЖНИЙ	НИЖНИЙ	ВЫМСКАЯ	вымская свита			
				Песчаники, алевролиты, аргиллиты с <i>Arctica humiliculminata</i> , <i>A.lenaensis</i> , <i>Ammodiscus arangastachiensis</i> , <i>Camptocythere spp.</i>			
ЮН _{7,9} , ЮЯ _{7,9}	ЮЕ _{6,9} (Вм I-III)	ЮЕ _{6,9} (Вм I-III)					
> 315 м	> 320 м	> 330 м					

Рис. 3. Фрагменты региональной стратиграфической схемы и структурно-фациального районирования нижнесреднеюрских отложений северо-востока Западной Сибири [Решения..., 2004]

² Поскольку количество пластов в разрезе малышевской свиты во всех трёх СФР одинаково, и чтобы избежать постоянные уточнения, в дальнейшем, пласты малышевской свиты будут индексироваться единой литерой «Ю»: Ю₂, Ю₃, Ю₄.

Отложения байос-батского комплекса на территории исследования распространены повсеместно, постепенно выклиниваясь в направлении Сибирской платформы и Таймырской складчатой области. Максимальные глубины залегания поверхности комплекса, которой является кровля малышевской свиты, согласно сейсмическим данным, на Гыданском п-ове прогнозируются на глубинах -4050 – -4100 м к северу от Солетской и к югу от Трёхбугорной площадей (рис. 4).

Наибольшие вскрытые отметки кровли свиты достигнуты в скв. Гыданская 130 и составляют -3701 м. В западной части ЕХРП максимальные глубины поверхности малышевской свиты прогнозируются в северо-восточной части Агапского мегапрогиба, в осевой части ЕХРП, где достигают -5190 м. В этом районе максимальные вскрытые отметки малышевской свиты составили -4062 м в скв. Пайяхская 1. Наибольшие вскрытые глубины свиты к настоящему времени достигнуты пробуренной в 2020 г. скв. Новоякимовская 1, расположенной к северо-востоку от района исследования и составляют -4844 м. Таким образом, прослеживается очевидная тенденция к постепенному погружению байос-батского комплекса в юго-восточном направлении (от -3500 – -3600 м на восточном побережье п-ова Ямал до -3850 м в центральной части Гыданского п-ова) и затем к резкому его погружению (до почти -5200 м) в северо-восточном направлении, вглубь ЕХРП. К бортам прогиба глубина залегания комплекса постепенно сокращается, достигая первых сотен метров в зонах выклинивания малышевской свиты. В сводовых частях крупных контрастных положительных структур (Усть-Портовский, Тундровый мегавыступы) также отмечается уменьшение глубины залегания поверхности малышевской свиты, составляя на отдельных локальных поднятиях (Малохетская, Точинская площади) до -400 – -500 м. На ряде поднятий (Семеновская, Мессояхская площади) верхи малышевской свиты в объемах, соответствующих горизонту Ю₂ (Семеновская площадь) или его верхней части (Мессояхская площадь), размыты вследствие активного роста Мессояхской гряды в позднеюрско-раннеберриасское время.

Аналогичные закономерности отмечаются и для леонтьевской свиты (рис. 5). Наибольшие глубины залегания свиты по сейсмическим данным прогнозируются в пределах Антипаютинско-Гадебяхинской мегасинеклизы (-4250–4350 м на Гыданском п-ове) и в северо-восточной части Агапского мегапрогиба (до -5450 м, запад ЕХРП). Минимальные глубины -520–615 м отмечаются на Точинском и Малохетском поднятиях в пределах Усть-Портовского мегавыступа.

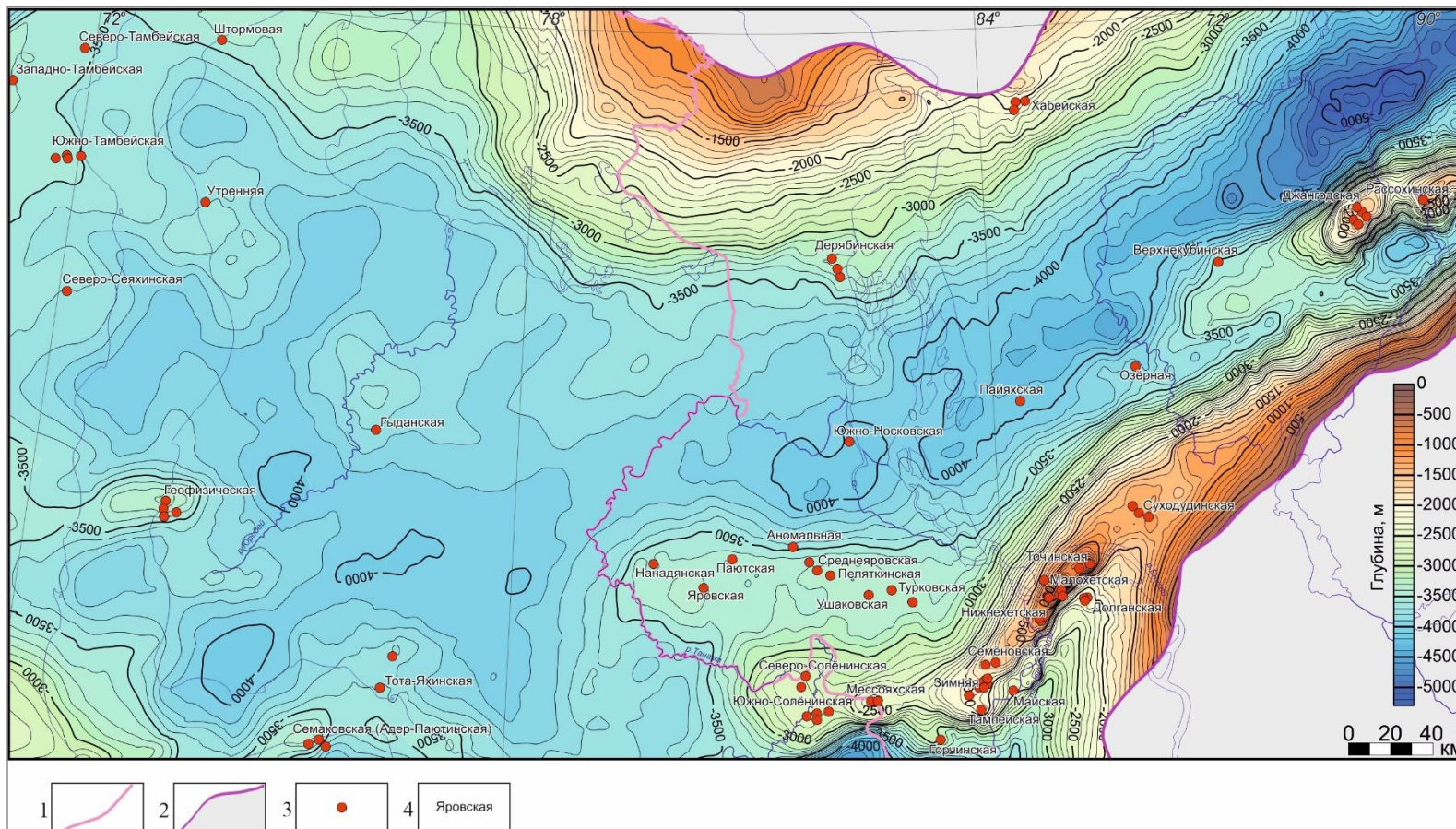


Рис. 4. Структурная карта по поверхности мальшевской свиты

1 - административная граница; 2 - граница распространения среднеюрских отложений; 3 - скважины, вскрывшие мальшевскую свиту; 4 - названия площадей.

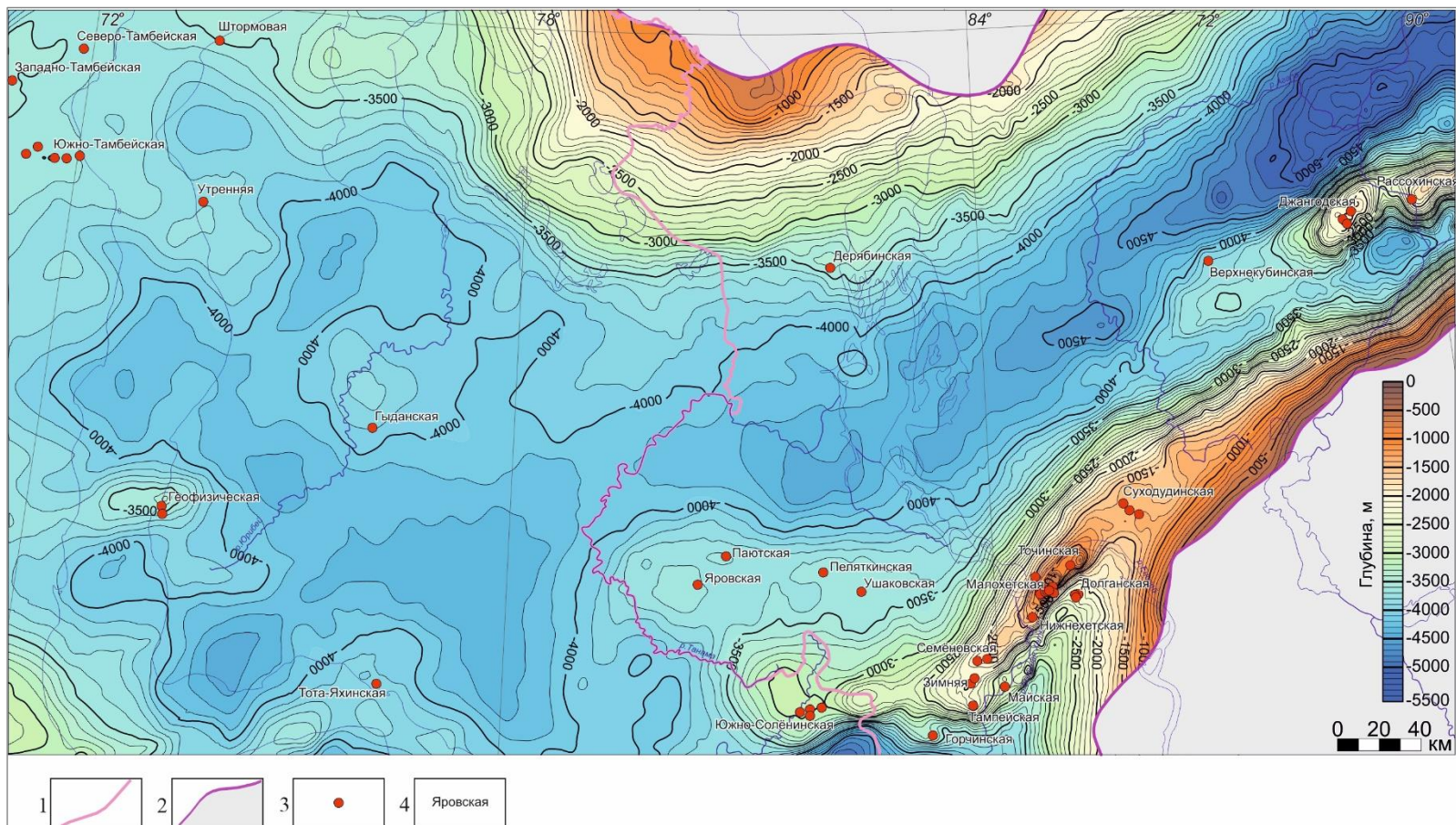


Рис. 5. Структурная карта по поверхности леонтьевской свиты

1 - административная граница; 2 - граница распространения среднеюрских отложений; 3 - скважины, вскрывшие леонтьевскую свиту; 4 - названия площадей.

Лабораторные анализы 970 образцов различных типов пород из 32 скважин, пробуренных на территории исследования, показывают, что открытая пористость песчаников малышевской свиты может достигать 25,4% при средних значениях 11,7%. Несколько меньшими значениями характеризуются показатели пористости в породах вымской и леонтьевской свит (табл. 1). Наибольшие значения пористости, превышающие 20%, приурочены к зонам выклинивания малышевской свиты на бортах бассейна в направлении Таймырской складчатой области и Сибирской платформы, а также в сводовой части Усть-Портовского выступа, осложняющего Мессояхскую наклонную гряду (рис. 6). Наименьшие значения, порядка 8%, прогнозируются в Енисейской мегавпадине, осложняющей западную часть Агапско-Енисейского желоба, не изученной глубоким бурением. Однако необходимо учитывать, что в случае развития в этом районе песчаных пластов, связанных с конусами выноса или баровыми телами, эти показатели могут быть значительно выше.

Таблица 1

Фильтрационно-ёмкостные свойства малышевской свиты

Фильтрационно-ёмкостные свойства малышевской свиты									
малышевская свита	пористость, %			проницаемость, 10^{-3}мкм^2			проницаемость (трещ.), 10^{-3}мкм^2		
	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.
Песчаники	0,40	25,39	11,68	0,00	260,43	4,43	0,59	16,37	5,42
Алевролиты	1,80	24,10	10,70	0,00	7,71	0,33	0,43	16,44	3,98
Аргиллиты, глины	1,40	17,10	9,90	0,00	1,03	0,04	-	-	-
Фильтрационно-ёмкостные свойства леонтьевской свиты									
леонтьевская свита	пористость, %			проницаемость, 10^{-3}мкм^2			проницаемость (трещ.), 10^{-3}мкм^2		
	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.
Песчаники	5,60	13,40	10,96	0,25	0,66	0,34	-	-	-
Алевролиты	4,10	12,99	8,61	0,01	0,25	0,09	-	-	-
Аргиллиты, глины	1,70	12,77	8,77	0,00	1,20	0,19	3,52	3,52	3,52
Фильтрационно-ёмкостные свойства вымской свиты									
вымская свита	пористость, %			проницаемость, 10^{-3}мкм^2			проницаемость (трещ.), 10^{-3}мкм^2		
	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.
Песчаники	0,54	23,23	10,52	0,00	73,80	1,52	0,27	20,77	5,75
Алевролиты	1,14	13,50	8,75	0,00	2,70	0,43	33,67	33,67	33,67
Аргиллиты, глины	1,20	9,30	5,25	-	-	-	-	-	-

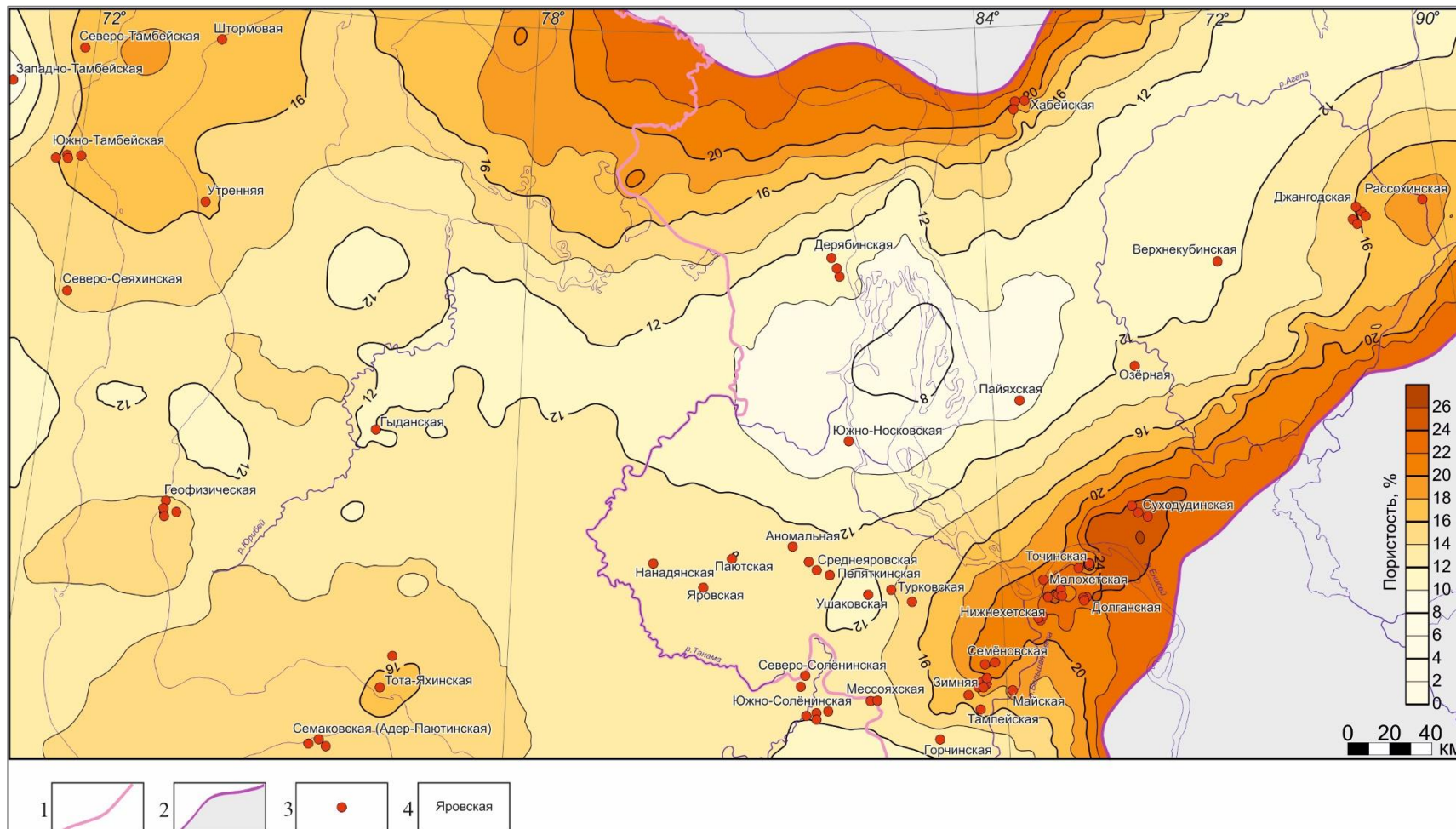


Рис. 6. Карта пористости песчаников малышевской свиты

1 - административная граница; 2 - граница распространения среднеюрских отложений; 3 - скважины, вскрывшие малышевскую свиту; 4 - названия площадей.

Проницаемость пород байос-батского комплекса варьирует в достаточно широких пределах: от полностью непроницаемых разностей до $260,4 \cdot 10^{-3}$ мкм². Средние показатели проницаемости песчаников малышевской свиты составляют $4,43 \cdot 10^{-3}$ мкм². Для песчаников вымской и леонтьевской свит данный показатель значительно меньше - $1,52 \cdot 10^{-3}$ и $0,34 \cdot 10^{-3}$ мкм² соответственно (см. табл. 1). Таким образом, большая часть малышевской свиты на территории исследования относится к зоне развития промышленных коллекторов [Ханин, 1975]. Наибольшие показатели пористости и проницаемости отмечаются в песчаном пласте Ю₂, залегающем в кровле малышевской свиты. Именно с продуктивным пластом Ю₂ связаны пока все открытые в исследуемом районе месторождения в средней юре. Помимо уже известных газовых залежей на Хабейской, Зимней и Геофизической площадях, различные нефтегазопроявления в малышевской свите отмечены на целом ряде площадей (табл. 2), приуроченных как к сводам положительных структур, так и к приосевой части ЕХРП. Кроме того, в значительном количестве скважин из пород малышевской свиты получены притоки пластовой воды, свидетельствующие о наличии пород-коллекторов практически на всей изученной бурением территории исследования.

Краткая характеристика флюидоупоров и нефтематеринских толщ

Кроме наличия в разрезе коллекторов, еще одним фактором, оказывающим непосредственное влияние на перспективы нефтегазоносности, является присутствие надёжных, выдержанных флюидоупоров, перекрывающих проницаемые отложения байос-батского комплекса. На большей части исследуемой территории, приуроченной к западной части ЕХРП, верхнеюрские отложения представлены мощной монотонной глинистой толщей гольчихинской свиты (рис. 7). Толщины свиты составляют от 110-150 м в пределах Южно-Таймырской и Западно-Мессояхской мегамоноклиналей до более чем 970 м в осевой части прогиба. Свита характеризуется нулевой или близкой к нулевой песчанистостью. Глинистые минералы представлены гидрослюдой, каолинитом, хлоритом и смешаннослойными минералами, без значительного преобладания какой-либо составляющей [Казаненков, 2023а]. Таким образом, качество гольчихинского флюидоупора оценивается как весьма высокое.

В западном направлении гольчихинская свита замещается глинами абалакской и баженовской свит (см. рис. 7). При этом наблюдается постепенное сокращение толщины верхнеюрской глинистой толщи от 300–350 м в районе Ладертойского месторождения до 100-150 м в районе Геофизического и Штормового месторождений. Как и в случае с гольчихинской свитой, абалакско-баженовская толща обладает субнулевой песчанистостью [Шемин, Первухина, 2017]. В составе глинистых пород абалакской свиты, непосредственно перекрывающей малышевскую свиту, преобладает гидрослюда (60-75%), присутствуют

хлорит и каолинит (по 10-20%) [Казаненков, 2023б], что также говорит о высоких качествах флюидоупора.

Таблица 2

Результаты испытания пластов Ю2-Ю4 малышевской свиты

Площадь	Номер скв.	Пласт	Признаки УВ
Аномальная	51	ЮЕ ₂ (Мл-I)	газ
Дерябинская	5	ЮЕ ₂ (Мл-I)	конденсат
Дерябинская	6	ЮЕ ₂ (Мл-I)	газ
Зимняя	1	ЮЕ ₂ (Мл-I)	газовая залежь
Зимняя	2	ЮЕ ₂ (Мл-I)	газовая залежь
Северо-Соленинская	1	ЮЕ ₂ (Мл-I)	газ
			нефть
Турковская	2	ЮЕ ₂ (Мл-I)	нефть
Хабейская	1	ЮЕ ₂ (Мл-I)	газовая залежь
Геофизическая	41	ЮЯ ₂ (Ю ₂)	газоконденсатная залежь
Геофизическая	46	ЮЯ ₂ (Ю ₂)	газоконденсатная залежь
Северо-Сеяхинская	3	ЮЯ ₂ (Ю ₂)	конденсат
Северо-Тамбейская	18	ЮЯ ₂ (Ю ₂)	газовая залежь
Южно-Тамбейская	79	ЮЯ ₂ (Ю ₂)	конденсат
Зимняя	3	ЮЕ ₃ (Мл-II)	газ
Мессояхская	3	ЮЕ ₃ (Мл-II)	газ
Озерная	8	ЮЕ ₃ (Мл-II)	газ
Рассохинская	1	ЮЕ ₃ (Мл-III)	газ
Семеновская	1	ЮЕ ₃ (Мл-III)	газ
Ушаковская	1	ЮЕ ₃ (Мл-III-IV)	нефть
			конденсат
Семаковская	50	ЮЯ ₃ (Ю ₃)	конденсат
Штормовая	122	ЮЯ ₃ (Ю ₃)	газ
Джангодская	2	ЮЕ ₄ (Мл-IV)	газ
Мессояхская	1	ЮЕ ₄ (Мл-IV)	газ
Нижнехетская	1	ЮЕ ₄ (Мл-IV)	газ
Рассохинская	1	ЮЕ ₄ (Мл-IV)	газ
Южно-Соленинская	24	ЮЕ ₄ (Мл-IV)	газ
Южно-Соленинская	25	ЮЕ ₄ (Мл-IV)	газ
Западно-Тамбейская	40	ЮЯ ₄ (Ю ₄)	конденсат

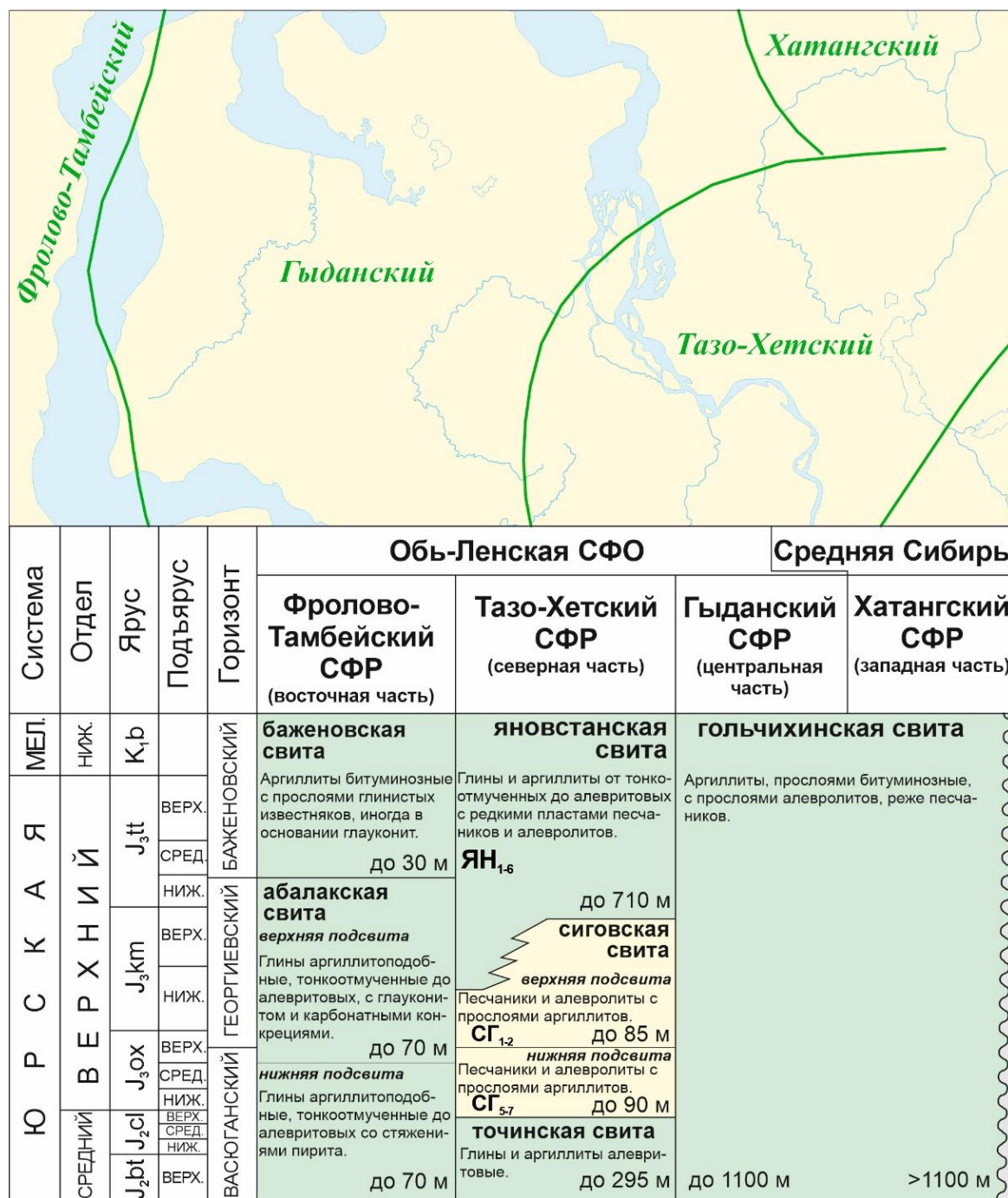


Рис. 7. Фрагменты региональной стратиграфической схемы и структурно-фациального районирования верхнеюрских (без келловеев) отложений северо-востока Западной Сибири [Решения..., 2004]

В юго-восточном направлении гольчихинская замещается на яновстанскую, сиговскую и точинскую свиты (см. рис. 7). В качестве флюидопора в этом случае для малышевской выступают глины точинской свиты. Толщина точинской свиты в юго-западной части территории исследования изменяется от 20-65 м в сводовой части Мессояхской наклонной гряды до 205-295 м на северо-востоке, в пределах Джангодского поднятия. В составе точинской свиты преобладает гидрослюда (до 50%), в меньших количествах присутствуют каолинит (30%) и хлорит (20%) [Казаненков, 2023б]. На значительной части территории

исследования точинский флюидоупор также имеет субнулевою песчанность. Значительное опесчанывание флюидоупора отмечено лишь на Суходудинской площади, где песчанность свиты достигает 55%. Отдельные песчаные прослои отмечаются на Джангодской площади, однако, в связи с повышенными толщинами флюидоупора, общая песчанность разреза точинской свиты не превышает первых процентов. Таким образом, на большей части территории исследования байос-батский комплекс перекрыт надежным, выдержанным флюидоупором, толщины которого на значительной части территории составляют сотни метров. Ухудшение качества флюидоупора можно ожидать лишь в прибортовой части ЕХРП, вблизи Сибирской платформы.

Еще одним фактором, определяющим высокие перспективы рассматриваемой территории, является наличие нефтегазоматеринских толщ. В западной части территории исследования к таким породам могут относиться не только породы баженской свиты, с хорошо известными нефтематеринскими свойствами, но и глины абалакской свиты, с содержанием $C_{\text{орг}}$ увеличивающимся в направлении Карского моря от 1,2 до 6,5%, при зрелости органического вещества (ОВ) до МК₃ [Фурсенко и др., 2021]. Обе свиты находятся в главной зоне нефтеобразования (ГЗН) [Дешин, Сафронов, Бурштейн, 2017; Дешин, Бурштейн, 2018; Фурсенко и др., 2021] и способны генерировать жидкие УВ. В восточной части территории исследования к основным нефтегазопроизводящим толщам относятся, в первую очередь, породы гольчихинской и яновстанской свит. Глинистые породы гольчихинской свиты с содержанием $C_{\text{орг}}$ от 0,6-9,9%, при зрелости ОВ от МК₁²-МК₂, являются потенциально нефте- и газопроизводящими. При этом верхняя часть свиты (волжско-берриасский интервал) находится в зоне ГЗН, тогда как нижние слои свиты (келловей) - в начале глубинной зоны газообразования (ГЗГ) [Ким, Родченко, 2013; Никитенко и др., 2020; Фурсенко и др., 2021]. Для яновстанской свиты содержание $C_{\text{орг}}$ несколько меньше (0,5-4,5%), однако средние значения сопоставимы с содержанием $C_{\text{орг}}$ в породах гольчихинской свиты. Преобразованность ОВ соответствует МК₁¹-МК₃¹ что позволяет отнести породы свиты к потенциально нефтепроизводящим [Родченко, 2016].

Собственным нефтегазогенерационным потенциалом могут обладать также и сами породы байос-батского комплекса. Следует отметить, что малышевская свита на всей исследуемой территории вошла в ГЗН. Среднее содержание $C_{\text{орг}}$ составляют 2,5-3,5% в пределах Гыданской НГО и 0,7-3,0% в Енисей-Хатангской НГО, при зрелости ОВ от МК₁¹-МК₂. В наиболее погруженных частях ЕХРП отдельные глинистые прослои в составе свиты имеют более высокий газогенерационный потенциал, с содержанием $C_{\text{орг}}$ до 6,0% [Дешин, Сафронов, Бурштейн, 2017; Дешин, Бурштейн, 2018; Фурсенко и др., 2021]. Определенным газогенерационным (западная часть ЕХРП) и нефтегазогенерационным потенциалом (п-ов

Ямал и Гыданский п-ов) обладают породы леонтьевской и верхней части вымской свит [Афанасенков, Петров, Грайзер, 2018; Фурсенко и др., 2021].

Таким образом, на бóльшей части исследуемой территории для пород-коллекторов байос-батского комплекса существуют как высококачественные выдержанные флюидоупоры, так и потенциальные нефтегазоматеринские толщи, обогащенные ОВ, зрелость которого соответствует уровню ГЗН – ГЗГ. Перечисленные факторы позволяют с высокой долей вероятности ожидать открытия новых залежей УВ в байос-батском комплексе на не разбуренных территориях как в Гыданской, так и в Енисей-Хатангской НГО.

Сейсмостратиграфическая характеристика байос-батского комплекса

Согласно региональным сейсмостратиграфическим представлениям, в разрезе мезозойского осадочного чехла Западной Сибири выделено пять сейсмогеологических мегакомплексов: триасовый, юрский, берриас-нижнеаптский, апт-сеноманский и турон-маастрихтский. На временных сейсмических разрезах юрский сейсмогеологический комплекс (СК) Гыданской и западной части Енисей-Хатангской НГО однозначно контролируется отражающими горизонтами (ОГ) Б (кровля баженовской, гольчихинской и яновстанской свит) и Ia (подошва чехла) (рис. 8).

Наличие в юрском разрезе выдержанных региональных флюидоупоров позволило выделить серию осадочных СК. Последовательно, в интервале отложений юры стратифицированы шесть региональных СК: сиговский, малышевский, вымский, надояхский, шараповский и зимний. Названия СК даны по имени соответствующего проницаемого комплекса, связанного с одноименной свитой [Решения..., 2004]). Все СК представляют собой трансгрессивно-регрессивные последовательности слоёв. В основании каждого комплекса залегают выдержанные региональные глинистые пачки, которые сформировались во время трансгрессий, охватывающих значительные территории. Трансгрессивные части СК характеризуются в основном субпараллельной волновой картиной, представленной динамически выразительными отрицательными экстремумами сейсмической записи. Соответственно корреляция целевых ОГ осуществлялась однозначно.

Регрессивные части СК представлены региональными проницаемыми комплексами, которые характеризуются сложной волновой картиной от субпараллельной до клиновидной, с бугристой или хаотической формой сейсмической записи, осложняющей конфигурацию волновой картины комплексов. Изменчивость волновой картины обусловлена фаціальным составом ее вмещающих пород, состоящих из серии переслаивающихся глин, алевролитов и песчаников. Как следствие, в интервале регрессивной части разреза волновая картина не всегда упорядочена, а фазы часто не выдержаны.

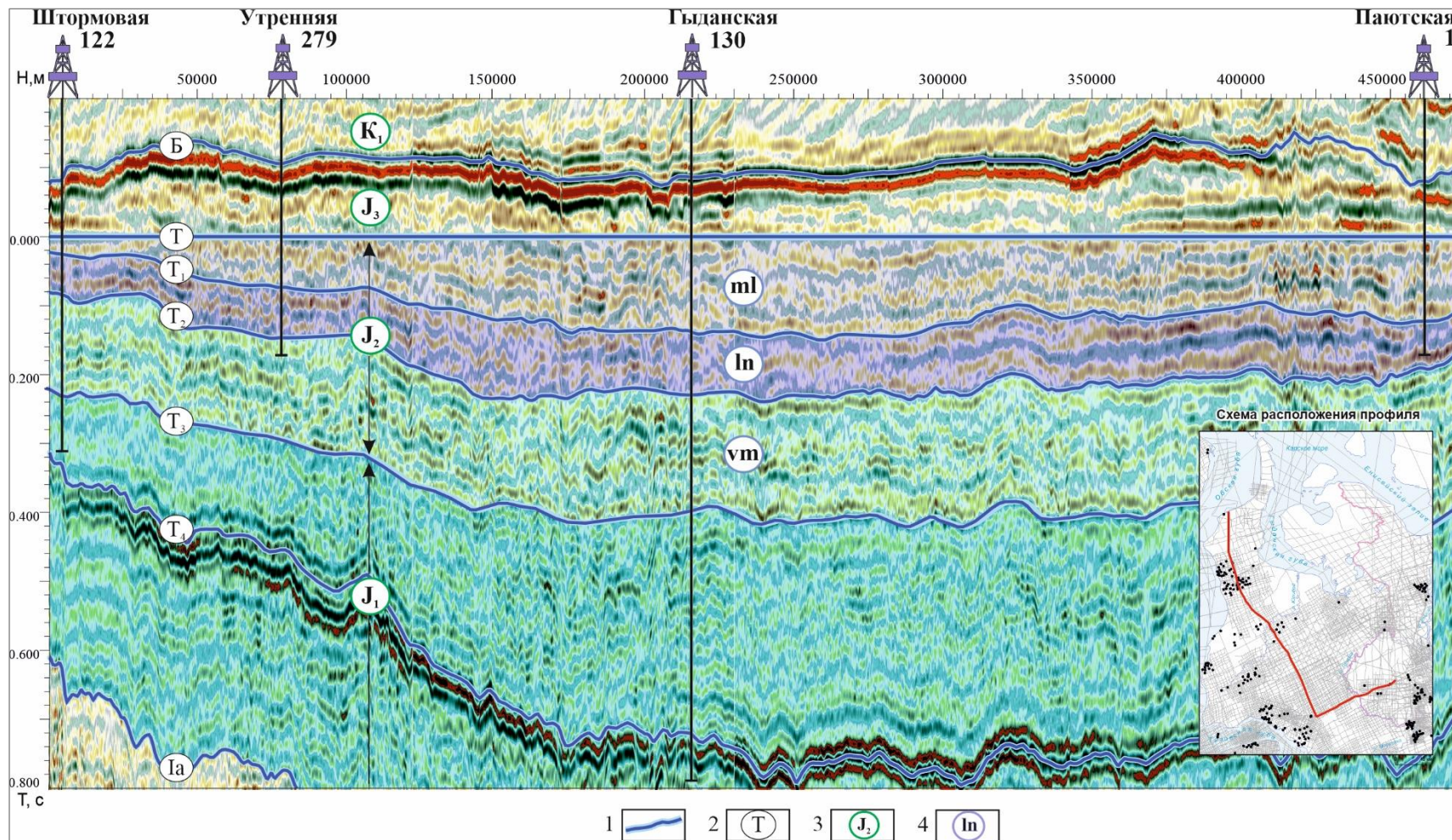


Рис. 8. Палеосейсмогеологический разрез юрских отложений по композитному профилю I

1 - границы СК юрских отложений; 2 - индексы ОГ; 3 - индексы региональных СК; 4 - свиты среднеюрских отложений Ямало-Гыданского структурно-фациального района: ml - мальшевская, ln - леонтьевская, vm - вымская.

Вышеуказанные региональные СК контролируются в кровле и подошве территориально выдержанными ОГ Т, Т₂, Т₃, Т₄, Т₅, приуроченными к экстремумам отрицательной фазы временных сейсмических разрезов.

Вымский СК контролируется в кровле ОГ Т₂, приуроченным к кровле вымской свиты. В основании СК ограничен ОГ Т₃ (подошва лайдинской свиты). Вымский проницаемый комплекс (регрессивная часть одноименного СК) сложен переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов и переходных разностей пород. Трансгрессивная часть СК (лайдинский флюидоупор) по своему составу в основном глинистая.

Малышевский СК в кровле ограничен ОГ Т и приурочен к кровле одноименной малышевской свиты, в основании контролируется ОГ Т₂ (подошва леонтьевского флюидоупора). Малышевская свита (регрессивная часть СК) включает в себя продуктивные песчаные пласты Ю₂–Ю₄ и сложена, как отмечалось ранее, песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Трансгрессивная часть СК - существенно глинистая толща, сложенная преимущественно аргиллитами, с прослоями алевролитов и песчаников, включает в себя отложения леонтьевской свиты.

Геофизическая характеристика байос-батского комплекса

Отложения байос-батского комплекса надежно выделяются в юрском разрезе по данным геофизических исследований скважин (ГИС). В качестве основных видов каротажных диаграмм в работе использовались кривые стандартного (КС, ПС) и индукционного (ИК) видов каротажей. Кровля малышевской свиты уверенно опознается по резкому изменению характера записи комплекса каротажных диаграмм при переходе от верхнеюрского разреза, представленного глинистыми породами, к песчаникам и алевролитам малышевской свиты. Кривые КС, характерные для абалакской, гольчихинской и точинской свит, отличаются монотонным обликом и низкими значениями, редко превышающими 15-17 Омм. В кровле малышевской свиты кривая принимает резко дифференцированный, «пилообразный» характер, с высокоомными (до 100-170 Омм, реже - до 340-350 Омм) интервалами (рис. 9). Подобный сильно дифференцированный облик кривой характерен не только для малышевской свиты северных территорий ЗСБ, но и для развитой в центральных и северных районах бассейна тюменской свиты и хорошо знаком исследователям. Кривые ПС малышевской свиты характеризуются наличием выраженных отрицательных аномалий (до 0-5 мВ), соответствующих появлению в её разрезе песчаных и алевролитовых пластов. В большинстве скважин верхняя граница малышевской свиты проводится по кровле песчаного пласта Ю₂, соответствующая отрицательная аномалия ПС которого явно выделяется на фоне монотонной «прямой» ПС с максимальными значениями (см. рис. 9). Дополнительным

инструментом при выделении границы верхне- и среднеюрской частей разреза служит кривая ИК с существенным уменьшением значений в кровле малышевской свиты (с 200-300 до 30-65 мсим/м). В качестве вспомогательных методов использовались кривые радиоактивного (ГК, НГК, НКТ) и акустического (дТ) каротажей, а также кавернометрия и микрокавернометрия. В ряде скважин, где по технологическим причинам на больших глубинах качество каротажа ПС неудовлетворительное, его роль выполнял радиоактивный каротаж ГК.

Похожая картина на диаграммах ГИС наблюдается и в подошве байос-батского комплекса, при переходе от леонтьевской к нижележащей вымской свите. Литологические особенности строения вымской свиты и её каротажный облик практически аналогичны вышеописанному облику малышевской свиты, тогда как низы леонтьевской свиты в большинстве скважин изучаемой территории представлены наиболее мелкозернистыми, тонкоотмученными глинистыми разностями и на каротаже имеют облик, сходный с таковым гольчихинской и точинской свит (см. рис. 9). Таким образом, кривые КС, ПС, ИК, а также диаграммы вспомогательных методов ГИС позволяют уверенно проследить подошву леонтьевско-малышевской толщи на всей территории исследования.

Анализ волновой картины временных сейсмических разрезов показал, что в северо-западной части изучаемого района в интервале ниже-среднеюрских отложений выделяется высокоамплитудная форма сейсмической записи, однозначно отождествляемая с вымским СК. Согласно сейсмостратиграфическим представлениям, данная волновая картина показывает глинисто-алевролитовый вещественный состав данного СК. О том, что глинисто-алевролитопесчаные разрезы вымской свиты наиболее широко распространены в северо-западной части региона, вблизи Таймырской складчатой области ранее отмечалось специалистами ИНГГ СО РАН [Шемин и др., 2023]. Согласно вышеуказанным исследованиям, центральная часть территории характеризуется алевролитоглинистым составом, волновая картина временных сейсмических разрезов данного региона принимает переменную по амплитуде и конфигурации форму записи. Выполненный анализ позволил выделить и прокоррелировать ОГ Т₂, который приурочен к кровле одноименной вымской свиты. В основании, вымский СК однозначно стратифицируется с подошвой лайдинского флюидоупора (лайдинская свита), который в свою очередь является, как отмечено выше, уверенным геологическим репером, однозначно выделяемым по интерпретации ГИС. Соответственно основание вымского СК контролируется ОГ Т₃, корреляция которого осуществлялась по отрицательной фазе временного сейсмического разреза.

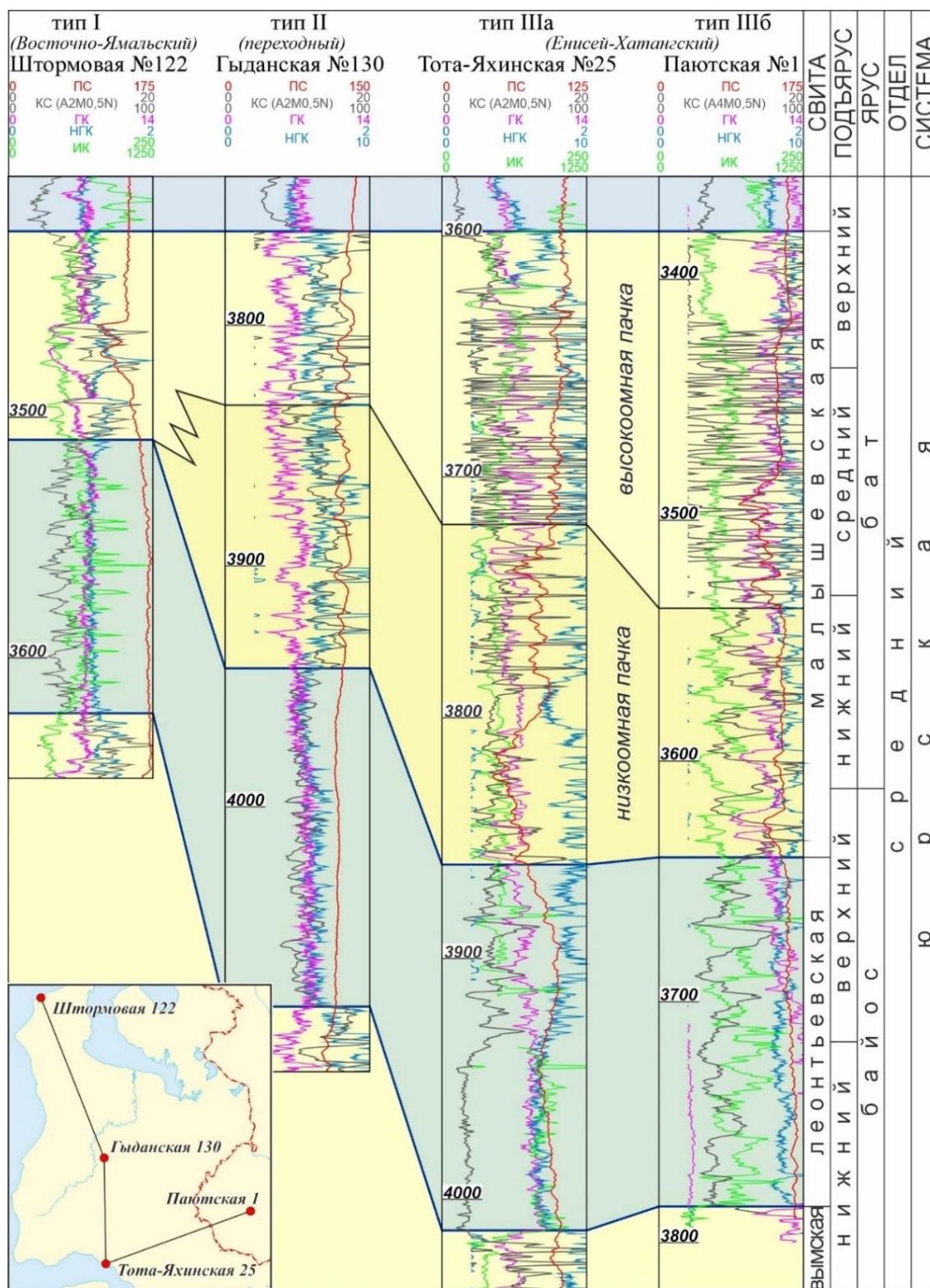


Рис. 9. Типовые разрезы малышевской свиты северо-востока Западной Сибири

Кровля малышевской свиты, являясь надежным репером по данным ГИС, также надежно и уверенно прослеживается по сейсмическим данным. Корреляция ОГ Т выполнялась по отрицательной фазе, которая наиболее динамически выдержана на всей территории исследования (см. рис. 8). Менее однозначно проводится граница внутри комплекса между

малышевской и леонтьевской свитами. Характер границы напрямую зависит от особенностей литологического строения малышевской и леонтьевской свит, что отражается как на волновой картине временных сейсмических разрезов, так и на каротажных диаграммах.

Типизация разрезов байос-батского комплекса

Совместный анализ сейсмических данных и результатов ГИС с привлечением данных литологического исследования керна скважин позволил выделить на изучаемой территории три типа разрезов байос-батского комплекса. В западной части, в пределах северо-западного и западного побережья Гыданского п-ова, скважинами Штормовая 122 (3423-3510 м) и Утренняя 279 (3645-3760 м) вскрыт разрез малышевской свиты сходный с разрезами, развитыми в восточной части п-ова Ямал, вскрытыми на Северо- и Западно-Сеяхинской, а также на Северо-, Западно- и Южно- Тамбейской площадях (см. рис. 9), определяемый как Восточно-Ямальский (I тип). Данный тип разреза отличается небольшими толщинами малышевской свиты (от 85-100 м) на группе Тамбейских площадей до 140 м на Западно-Сеяхинской площади (рис. 10). По характеру кривой КС малышевская свита представлена единой высокоомной резко дифференцированной пачкой с некоторым уменьшением значений в подошве свиты до 16-18 Омм. Леонтьевская свита в этом районе представлена однородной толщей преимущественно глинистого состава, уверенно отличающейся от выше- и нижележащих повышенными значениями ИК (до 250-300 мсим/м), приобретающего сильно дифференцированный характер и слаборасчленённой, низкоомной кривой КС. Соответственно кровля леонтьевской свиты в данном типе разреза проводится в первую очередь по резкому уменьшению значений кривой КС и возрастанию значений кривой ИК, а также по изменению характера их записей. Толщины леонтьевской свиты в I типе разреза изменяются от 100 м на Западно-Сеяхинской до 130 м на Южно-Тамбейской площадях, составляя 115-120 м на Утренней и Штормовой площадях (рис. 11).

Трансгрессивная часть малышевского СК, представленного разрезом I типа, сложена однородной горизонтально-слоистой толщей преимущественно глинистого состава, выклинивающейся в направлении Таймырской складчатой области и Сибирской платформы, и имеет в основном одно-двухмодальную волновую картину. Регрессивная часть СК имеет переменную одно-двухмодальную малоамплитудную волновую картину местами переходящую в хаотическую, бугристую форму записи.

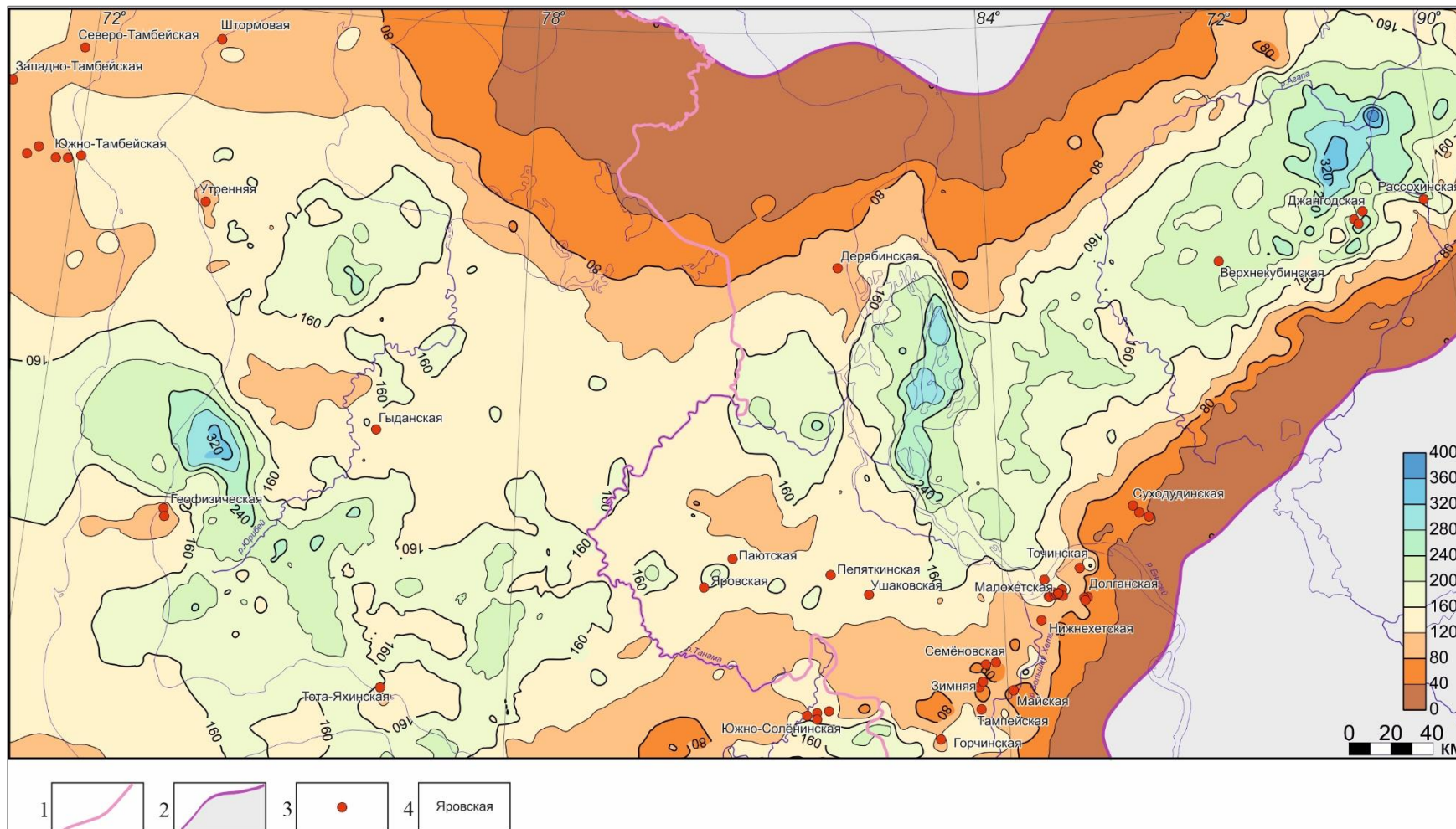


Рис. 11. Карта толщин леонтьевской свиты

1 - административная граница; 2 - граница распространения среднеюрских отложений; 3 - скважины, вскрывшие леонтьевскую свиту; 4 - названия площадей.

Следующий тип разреза (III тип) байос-батского комплекса (Енисей-Хатангский) вскрыт в приосевых частях ЕХРП. Данный тип характеризуется значительным увеличением толщин малышевской свиты, более чем втрое превышающих толщины Восточно-Ямальского разреза. По сейсмическим данным толщина малышевской свиты в северо-восточной части Агапского мегапрогиба может достигать 365 м. Максимальные вскрытые толщины свиты отмечаются в пределах Солёнинской группы поднятий, приуроченных к центральной части Мессояхской наклонной гряды (304-312 м), а также на Джангодской и Рассохинской площадях, относящихся к юго-западной оконечности Тундрового мегавыступа (307-341 м) (см. рис. 10). Увеличенные толщины свиты в пределах сводов крупных современных тектонических структур ЕХРП подтверждают, что их основной рост происходил в позднеюрско-раннемеловое время.

Енисей-Хатангский тип разреза характеризуется разделением малышевской свиты на две пачки: верхнюю, высокоомную (обычно до 50-130 Ом), отличающуюся более дифференцированным характером кривой КС и имеющую более высокие значения кажущегося сопротивления, и нижнюю, низкоомную, с более спокойным характером КС и менее высокими её показателями, редко превышающими 50 Ом (см. рис. 9). Толщины леонтьевской свиты в зоне развития III типа разреза постепенно увеличиваются в восточном направлении, при этом не превышая на большей части западной части ЕХРП 200 м. Лишь на северо-востоке исследуемой территории скважинами Джангодской площади вскрыты повышенные толщины свиты, достигающее 240 м. К северу от Джангодской площади, в пределах северо-восточной части Агапского мегапрогиба, по сейсмическим данным прогнозируется увеличение толщин леонтьевской свиты (свыше 350 м). В приосевой части прогиба толщина свиты составляет 135-155 м (Яровская, Паютская, Ушаковская, Пеляткинская, площади). Граница малышевской и леонтьевской свит в III типе разреза выделяется менее уверенно, чем в Восточно-Ямальском типе. По диаграммам КС в большинстве скважин наблюдается постепенное снижение как их значений, так и дифференцированности их характера вниз по разрезу байос-батского комплекса. Граница по кривым ИК хоть и определима, но не так выразительна, как в Восточно-Ямальском типе разреза (см. рис. 9). Таким образом, кровля леонтьевской свиты обычно проводится по подошве базального песчаного пласта, относимого к малышевской свите [Байбородских и др., 1968], который прослеживается в большинстве скважин западной части ЕХРП и индексируется как продуктивный пласт Ю₄ (Мл-IV в принятой ранее классификации) [Борисов, Казаненков, 2018]. Таким образом, основными методами при расчленении байос-батского комплекса служат ПС и ГК. При этом необходимо учитывать, что в некоторых скважинах базальный пласт частично или полностью глинизируется, что усложняет

проведение границы между малышевской и леонтьевской свитами.

Сходный тип разреза, по мнению авторов, вскрыт и на южном побережье Гыданского п-ова на Тота-Яхинской площади скв. 25, пробуренной на северном склоне западной оконечности Мессояхской наклонной гряды. Эта параметрическая скважина к настоящему времени остаётся единственной в южной части Гыданского п-ова, которая вскрыла полный разрез среднеюрских отложений. В разные годы она неоднократно описана в работах И.И. Нестерова, Г.Г. Шемина, А.В. Шпильмана и др. Однако, несмотря на то, что объем байос-батского комплекса, вскрытого скважиной и однозначно выделяющегося по комплексу ГИС, разночтений не вызывает, то расхождения в отметках границы малышевской и леонтьевской свит у разных авторов достигают 160 м [Зыза, Федоров, Хасанов, 2015], при том, что общая толщина комплекса не превышает 420 м. Вероятной причиной подобного разночтения, по-видимому, является то, что при расчленении байос-батского комплекса, вскрытого скв. Тота-Яхинская авторы опирались на разрезы наиболее близких скважин – Утренняя 279 и пробуренная годом позже Штормовая 122. Как сказано выше, обе эти скважины относятся к типу разреза, который характеризуется однообразной высокоомной толщей малышевской свиты и низкоомной толщей леонтьевской. Таким образом, ранее исследователями граница между свитами проводилась по аналогии либо в основании высокоомной пачки на глубине 3787-3888 м, либо в кровле низкоомной глинистой пачки на глубине 3930-3936 м. В обоих случаях, при проведении нижней границы малышевской свиты, вероятно, руководствовались резкой сменой значений кривой КС, характерной для Восточно-Ямальского типа разреза. Однако, при подобных трактовках либо толщина малышевской, либо толщина леонтьевской свит приобретали аномально высокие значения, заметно контрастируя с байос-батскими разрезами, вскрытыми как на Гыданском п-ове и п-ове Ямал к западу и северо-западу от Тота-Яхинской площади, так и на территории ЕХРП. В предлагаемом авторами варианте в южных районах Гыданского п-ова распространен Енисей-Хатангский тип разреза, характеризующийся ярко выраженным двухчленным строением малышевской свиты и подразделяющийся на верхнюю «высокоомную» пачку и нижнюю, низкоомную (см. рис. 9). При данной интерпретации подошву малышевской свиты в скв. Тота-Яхинская 25 следует проводить в основании низкоомной пачки на глубине 3861 м по подошве песчаного пласта. Пласт отчетливо выделяется по кривой ГК на фоне менее амплитудных аномалий выше и ниже по разрезу и сопоставляется с базальным песчаным пластом Ю₄, развитым в западной части ЕХРП.

При данной интерпретации разрез малышевской свиты, вскрытый на Тота-Яхинской площади, кроме схожего по данным ГИС облика со скважинами ЕХРП, имеет и сопоставимые с ними мощности. Толщина малышевской свиты, вскрытая скв. Тота-Яхинская 25, составляет

262 м, тогда как в ближайших скважинах, пробуренных в ЕХРП, его толщина изменяется от 260 м в скв. Паютская 1 до 272 м в скв. Яровская 2. Аналогичным образом ведут себя толщины леонтьевской свиты: 155 м - на Тота-Яхинской, 153 м - на Яровской и 145 м - на Паютской площадях.

Согласно анализу волновой картины временных сейсмических разрезов, в интервале малышевского СК на Тота-Яхинской площади распространен III тип разреза (Енисей-Хатангский), который характеризуется постепенным увеличением толщин регрессивной части СК в сторону погружения осадочного бассейна. Поэтому волновая картина становится двух-трехмодальной, осложнённой по её восточному борту кулисообразными, оперяющимися тектоническими нарушениями. При погружении трансгрессивная часть СК (леонтьевская свита), судя по изменению конфигурации волновой картины, может местами опесчаниваться. Свита выдержана. Регрессивная часть СК (малышевская свита) представлена глинисто-алевролитовыми, песчаными породами. Она имеет трех-четырёхфазную волновую картину, в которой регистрируется бугристая, местами переходящая в хаотическую, малоамплитудная форма сейсмической записи. Отложения регрессивной части СК в наиболее погруженной части осадочного бассейна становятся субпараллельными, динамически выдержанными (рис. 12).

Разрез байос-батского комплекса, вскрытый пробуренной в 2017 г. в центральной части Гыданского п-ова параметрической скв. Гыданская 130, относится, по мнению авторов статьи, к переходному от Восточно-Ямальского к Енисей-Хатангскому типу разреза (II тип). Вскрытая скважиной малышевская свита, с одной стороны, характеризуется подразделением разреза на две пачки, высокоомную и низкоомную, что характерно для Енисей-Хатангского типа. С другой стороны, толщина свиты, составляющая 182 м, значительно меньше толщин свиты в скважинах, относящихся к III типу разреза, но, при этом, заметно больше толщин свиты в скважинах, относящихся к I типу. Вскрытый скважиной разрез леонтьевской свиты, напротив, по своему каротажному облику сходен с разрезами Восточно-Ямальского типа, но при этом её толщина ближе к толщинам, характерным для скважин Енисей-Хатангского типа разреза.

Анализ волновой картины временных сейсмических разрезов в интервале малышевского СК также позволяет утверждать, что в центральной части Гыданского п-ова развит II тип разреза (переходный) (см. рис. 10). В районе скв. Гыданская 130 волновой пакет представлен субпараллельным, но уже двух-трехфазным волновым пакетом отражений регрессивной части разреза и отождествляется с горизонтально-слоистыми отложениями малышевской свиты. Трансгрессивная часть СК преимущественно глинистого состава в интервале составляющей его леонтьевской свиты выдержана и имеет двухмодальную форму сейсмической записи.

Соответственно происходит постепенное наращивание толщины малышевского СК от западного побережья п-ова Ямал к центральной части Гыданского п-ова.

В юго-западной части Гыданского п-ова отложения байос-батского комплекса вскрыты лишь двумя скважинами, пробуренными на Геофизической площади, только одна из которых (Геофизическая 52) прошла полный разрез малышевской свиты. Нижняя часть разреза охарактеризована неполным комплексом каротажа (ПС, КС, ИК). При этом, запись кривой КС обрывается на 50 м выше забоя скважины, а характер диаграмм ПС и ИК не даёт возможности однозначно провести нижнюю границу свиты. Таким образом, по данным ГИС невозможно определённо установить к какому типу разреза следует относить байос-батский комплекс на Геофизической площади.

Сейсмостратиграфический подход к интерпретации сейсмических, геофизических и геологических данных позволил оценить толщины малышевской свиты в пределах Геофизической площади приблизительно в 240 м (см. рис. 12). Анализ толщин байос-батского комплекса, очевидное деление разреза малышевской свиты на высокоомную и низкоомную пачки, а также выделение двух типов конфигураций отражений на сейсмических разрезах в интервале малышевской свиты позволяют сделать вывод, что Геофизическая площадь находится в зоне развития переходного типа разреза, вблизи границы с Енисей-Хатангским.

В пределах Предтаймырской мегамоноклизы скважинами на Хабейской площади вскрыт еще один тип разреза байос-батского комплекса. Для него характерно постепенное выклинивание отложений нижней части комплекса (по типу подошвенного налегания) в направлении Таймырской складчатой области, в результате чего породы малышевской свиты залегают непосредственно на гетерогенных образованиях палеозоя и триаса. Аналогичное сокращение толщины комплекса и налегание на доюрские образования прогнозируется по сейсмическим данным и в пределах Предъенисейской мегамоноклизы. Поэтому в районах, прилегающих к Таймырской складчатой области и Сибирской платформе, выделены зоны развития неполных разрезов байос-батского комплекса, которые в связи со слабой изученностью бурением пока не отнесены к какому-либо типу разреза (см. рис. 10).

Выводы

Открытие в последние годы уникальных по своим запасам месторождений нефти и газа на северо-востоке Западной Сибири свидетельствует о высоком нефтегазоносном потенциале ее арктических регионов. Недостаточная геолого-геофизическая изученность территории позволяет надеяться на открытие новых крупных залежей как в меловых, так и в юрских отложениях.

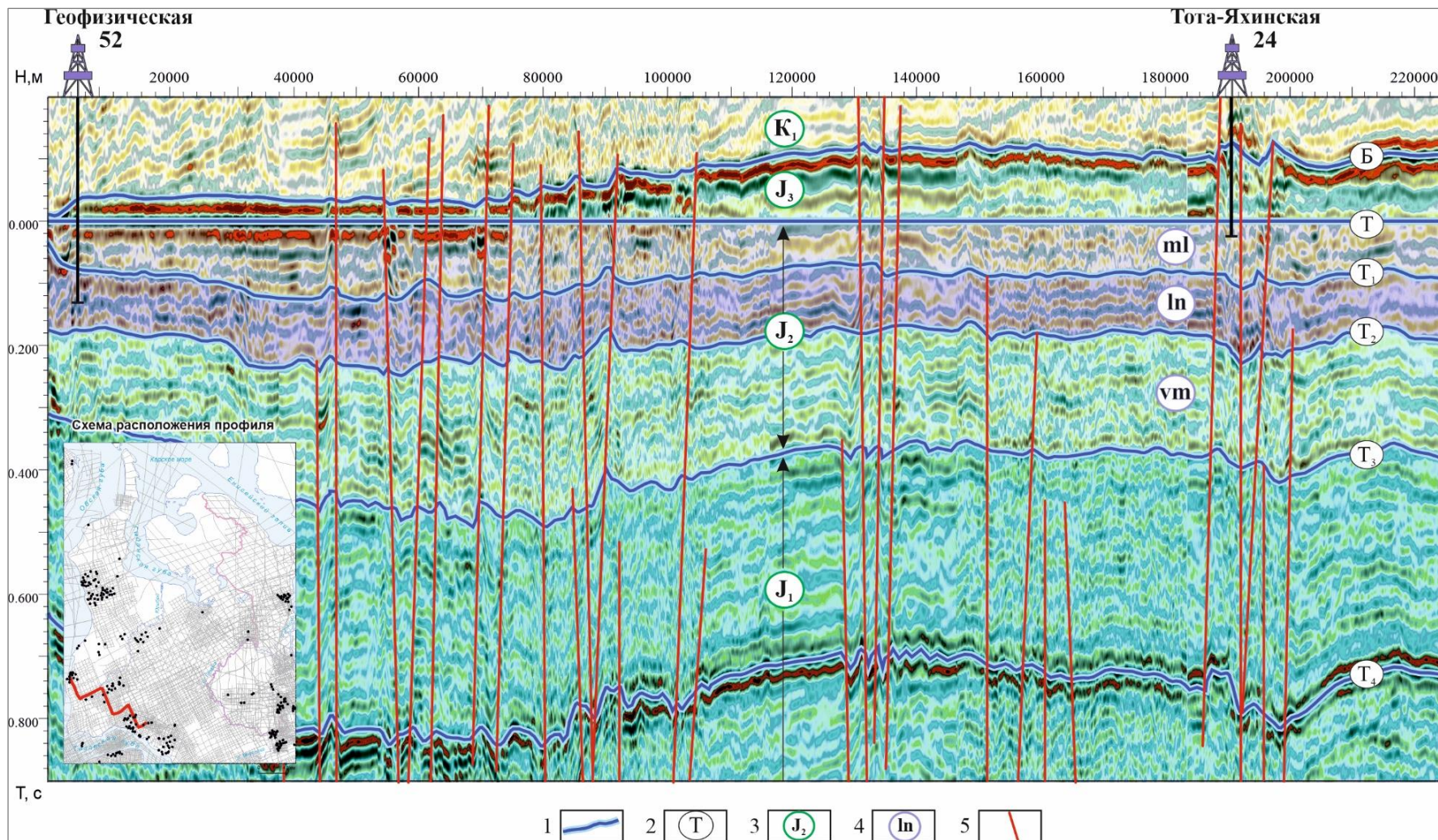


Рис. 12. Палеосейсмогеологический разрез юрских отложений по композитному профилю II

1 - границы СК юрских отложений; 2 - индексы ОГ; 3 - индексы региональных СК; 4 - свиты среднеюрских отложений Ямало-Гыданского структурно-фациального района: ml - малышевская, ln - леонтьевская, vm - вымская; 5 - тектонические нарушения.

К наиболее перспективным и в тоже время наиболее слабо изученным нефтегазоносным объектам в юрском разрезе относятся отложения байос-батского комплекса, связанные в первую очередь с малышевской свитой. Открытые в 60-70-х гг. прошлого века газовые залежи в пласте Ю₂ подтверждают высокие перспективы свиты, что требует, в свою очередь, тщательного изучения и комплексной интерпретации имеющихся в наличии геолого-геофизических материалов.

На основании детальной корреляции разрезов скважин, вскрывших отложения байос-батского комплекса, и комплексирования полученных данных с результатами сейсморазведочных работ, проведённых в разные годы на исследуемой территории, авторами выделены три типа разрезов байос-батского комплекса, представленных малышевской и леонтьевской свитами.

В северо-западной части Гыданского п-ова и на восточном побережье п-ова Ямал распространён I тип разреза (Восточно-Ямальский). В тектоническом плане приурочен к Южно-Карской мегаседловине и Северо-Гыданскому мегавыступу (см. рис. 10). Данный тип разреза характеризуется маломощной малышевской свитой, представленной единой высокоомной пачкой, перекрывающей монотонную, существенно глинистую толщу леонтьевской свиты. Свиты надежно выделяются в разрезе по комплексу ГИС и уверенно прослеживаются в разрезе большинства вскрывших их скважин (см. рис. 9).

В восточной части территории исследования, приуроченной к ЕХРП, распространён иной тип разреза – Енисей-Хатангский (III тип). Данный тип разреза характеризуется повышенными толщинами малышевской свиты, в два-три раза превышающими толщины, характерные для Восточно-Ямальского типа разреза. Свита сложена двумя пачками: верхней - высокоомной, и нижней - с более низкими значениями кажущего сопротивления. Для леонтьевской свиты характерно увеличение доли алевроито-песчанного материала, что в известной мере затрудняет выделение кровли свиты в разрезе [Зыза, Федоров, Хасанов, 2015]. Комплексный анализ результатов бурения и сейсмических данных позволил проследить развитие Енисей-Хатангского типа в западном направлении до южного побережья Гыданского п-ова, где он выполняет центральную и юго-восточную части Антипаютинско-Тадебяхинской мегасинеклизы, вплоть до широты Солетской и Ханавейской площадей (см. рис. 10).

В северо-западном направлении Енисей-Хатангский тип разреза постепенно замещается переходным типом (II тип), аналогичным вскрытому скв. Гыданская 130, развитым в центральной части Гыданского п-ова, в районе Меркуяхской и Гыданской площадей (см. рис. 10).

Основные перспективы юрских отложений на исследуемой территории, как уже

отмечено выше, связаны с продуктивным пластом Ю₂ малышевской свиты, промышленная газоносность которого доказана как в Гыданской, так и Енисей-Хатангской НГО. Особое внимание следует обратить на Предтаймырскую мегамоноклизу, где в зоне выклинивания малышевской свиты с высокой вероятностью можно прогнозировать наличие ловушек УВ неантиклинального типа, аналогичных уже открытой на Хабейском месторождении (см. рис. 1 и 10).

В залегающим ниже пласте Ю₃ залежей УВ к настоящему времени не выявлено. Однако в ряде скважин, пробуренных в пределах Мессохской наклонной гряды, получены прямые признаки газоносности (слабый приток газа, вода с растворенным газом). В зоне развития Енисей-Хатангского разреза (III тип) в качестве перспективного объекта может рассматриваться также пласт, индексируемый как ЮЕ₄, приуроченный к подошве низкоомной пачки малышевской свиты. Результаты испытаний показывают, что признаки УВ из данного пласта отмечаются по всей территории его развития. На Усть-Портовском мегавыступе в скв. Нижнехетская 1 получены притоки воды с растворенным газом, в скв. Джангодская 2 отмечены слабые притоки газа, а в приосевой части прогиба в скв. Ушаковская 1 - незначительные притоки нефти и конденсата (см. табл. 2).

Для выявления залежей УВ в отложениях байос-батского комплекса, в первую очередь в малышевской свите, на северо-востоке Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции необходимо наращивание объемов как площадных поисково-разведочных работ сейсморазведкой МОГТ 2D, так и сейсморазведочных работ методом МОГТ 3D. Комплексный анализ волновой картины временного сейсмического разреза МОГТ 2D и 3D, кинематические и динамические характеристики сейсмических данных вместе с данными бурения позволят научно обосновать сейсмогеологические критерии выявления и картирования в пластах байос-батского комплекса нефтегазоперспективных объектов.

Работа выполнена в рамках научной темы № FWZZ-2022-0009 Государственной программы фундаментальных научных исследований.

Литература

Афанасенков А.П., Петров А.Л., Грайзер Э.М. Геохимическая характеристика и нефтегазогенерационный потенциал мезозойских отложений Гыданской и Енисей-Хатангской нефтегазоносных областей // Геология нефти и газа. - 2018. - № 6. - С. 109-127.

Байбородских Н.И., Бро Е.Г., Гудкова С.А., Карцева Г.Н., Накаряков В.Д., Ронкина З.З., Сапир М.Х., Сороков Д.С. Расчленение юрских и меловых скважин, пробуренных в Усть-Енисейской синеклизе в 1962-1967 годах // Ученые записки. Региональная геология. - Л.:

НИИГА, 1968. - Вып. 12. - С. 5-24.

Борисов Е.В., Казаненков В.А. К вопросу об индексации нижнесреднеюрских продуктивных песчаных пластов в западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2018. - Т. 13. - № 4. - http://ngtp.ru/rub/2018/38_2018.html DOI: [10.17353/2070-5379/38_2018](https://doi.org/10.17353/2070-5379/38_2018)

Брехунцов А.М., Нестеров И.И. (мл.), Грамматчикова Е.Г. Состояние и анализ развития ресурсной базы углеводородного сырья Ямало-Ненецкого автономного округа и шельфа Карского моря // Георесурсы. - 2023. - Т. 23 - № 1. - С. 15-23.

Гуляев С.Н. Перспективы нефтегазоносности мезозоя северо-восточной части Западно-Сибирской низменности // Известия ТПИ. - 1964. - Т. 127. - Вып. 2. - С. 3-9.

Дешин А.А., Буриштейн Л.М. Оценка масштабов генерации углеводородов в средне-верхнеюрских отложениях севера Западной Сибири // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2018. - Т. 13. - № 3. - https://www.ngtp.ru/rub/11/30_2018.pdf DOI: [10.17353/2070-5379/30_2018](https://doi.org/10.17353/2070-5379/30_2018)

Дешин А.А., Сафронов П.И., Буриштейн Л.М. Оценка времени реализации главной фазы нефтеобразования в средне-верхнеюрских отложениях севера Западной Сибири // Геология нефти и газа. - 2017. - № 4. - С. 33-44.

Зыза Е.А., Федоров С.А., Хасанов Т.И. Стратификация нижнеюрских отложений в разрезе скважины Тота-Яхинская 25 и перспективы нефтегазоносности на полуострове Гыданский // Геология, поиски и разведка месторождений нефти и газа. - 2015. - № 6. - С. 7-14.

Казаненков В.А. История формирования залежей углеводородов в пластах малышевской свиты на территории Карско-Ямальского региона // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. - 2023а. - Т. 54. - №4а. - С. 43-52.

Казаненков В.А. Нефтегазовая система батского регионального резервуара центральных районов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-Сибирь-2023: сб. матер. XIX Междунар. научн. конференции. - Новосибирск, 2023б. - Т.2. - С.80-87.

Ким Н.С., Родченко А.П. Органическая геохимия и нефтегазогенерационный потенциал юрских и меловых отложений Енисей-Хатангского регионального прогиба // Геология и геофизика. - 2013. - Т. 54. - № 8. - С. 1236-1252.

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.

Кузнецов Л.Л. Строение газовых и газоконденсатных месторождений // Геология и нефтегазоносность Енисей-Хатангского прогиба: сборник статей. - Л.: НИИГА, 1971. - С. 92-

110.

Никитенко Б.Л., Девятов В.П., Родченко А.П., Левчук Л.К., Пещевицкая Е.Б., Фурсенко Е.А. Гольчихинская свита (верхи бата-низы бореального берриаса) Енисей-Хатангского прогиба (запад Северо-Сибирской низменности) // Геология и геофизика. - 2020. - Т. 61. - № 4. - С. 508-526.

Решения 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. - Новосибирск: ИГНГ СО РАН, 2004. - 111 с.

Родченко А.П. Геохимия органического вещества верхнеюрских отложений северо-востока Западной Сибири и генезис меловых нефтей региона // Геология нефти и газа. - 2016. - № 6. - С. 107-118.

Соколов В.Н. Геология и перспективы нефтегазоносности арктической части Западно-Сибирской низменности // Тр. НИИГА. - 1960. - Т. 100. - 153 с.

Фурсенко Е.А., Бурухина А.И., Ким Н.С., Родченко А.П. Современные представления о геохимии органического вещества и нафтидов мезозойских отложений арктических районов Западной Сибири // Геохимия. - 2021. - Т. 66. - № 12. - С. 1077-1105.

Ханин А.А. Породы-коллекторы нефти и газа нефтегазоносных провинций СССР. - М.: Недра, 1975. - 304 с.

Шемин Г.Г., Верниковский В.А., Деев Е.В., Глазырин П.А., Бостриков О.И., Сапьянник В.В., Зайцева Ю.Л., Первухина Н.В., Смирнов М.Ю., Москвин В.И. Модели строения и количественный прогноз нефтегазоносности юрских отложений сибирского сектора Арктики (Енисей-Хатангский и Гыданский регионы). - Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2023. - 198 с.

Шемин Г.Г., Первухина Н.В. Строение, условия формирования и количественный прогноз нефтегазоносности батского резервуара и продуктивного пласта Ю₂ Ямальской нефтегазоносной области (север Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. - 2017. - Т. 30. - №2. - С. 33-49.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license

Received 23.08.2024

Published 22.11.2024

Borisov E.V., Shestakova N.I., Nekhaev A.Yu.

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk, Russia. BorisovEV@ipgg.sbras.ru, ShestakovaNI@ipgg.sbras.ru, NekhaevAY@ipgg.sbras.ru

BAJOCIAN-BATHONIAN STRATA OF THE NORTH-EASTERN REGIONS OF WESTERN SIBERIA: GEOLOGICAL STRUCTURE, SEISMIC STRATIGRAPHY, ZONING BY SEISMIC SECTIONS TYPES

The paper presents data on the geological structure of the Malyshev and Leontyev Formations in the northeastern regions of Western Siberia. Based on a comprehensive analysis of the seismic wave pattern of the Jurassic interval of the section on a series of time seismic profiles, data from geophysical well studies and fauna determinations, a detailed correlation of the Middle Jurassic strata was carried out. Based on the results of comprehensive studies, three types of section of Bajocian-Bathonian strata were identified. Structural maps were constructed along the surface of the Malyshev and Leontyev Formations, as well as maps of the thicknesses of the formations. Zoning of the Malyshev Formation by types of section was carried out.

Keywords: seismic stratigraphy, correlation Middle Jurassic strata, zoning by type of section, structural map, thickness map, north-eastern regions of Western Siberia.

For citation: Borisov E.V., Shestakova N.I., Nekhaev A.Yu. Bayos-batskie otlozheniya severo-vostochnykh rayonov Zapadnoy Sibiri: geologicheskoe stroenie, seysmostratigrafiya, rayonirovanie po tipam razrezov [Bajocian-Bathonian strata of the north-eastern regions of Western Siberia: geological structure, seismic stratigraphy, zoning by seismic sections types]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2024, vol. 19, no. 4, available at: https://www.ngtp.ru/rub/2024/36_2024.html EDN: PPIYOC

References

Afanasenkov A.P., Petrov A.L., Grayzer E.M. Geokhimicheskaya kharakteristika i neftegazogeneratsionnyy potentsial mezozoyskikh otlozheniy Gydanskoy i Yenisey-Khatangskoy neftegazonosnykh oblastey [Geochemical characteristics and oil and gas generation potential of Mesozoic strata of the Gydan and Yenisey-Khatanga petroleum bearing regions] *Geologiya nefti i gaza*, 2018, vol. 6, pp. 109-127. (In Russ.).

Bayborodskikh N.I., Bro E.G., Gudkova S.A., Kartseva G.N., Nakaryakov V.D., Ronkina Z.Z., Sapir M.KH., Sorokov D.S. Raschleneniye yurskikh i melovykh skvazhin, proburennykh v Ust'-Yeniseyskoy sineklize v 1962-1967 godakh [The subdivision of the Jurassic and Cretaceous wells drilled in the Ust-Yenisey syncline in 1962-1967]. *Uchenyye zapiski. Regional'naya geologiya*. Leningrad: NIIGA, 1968, vol. 12, pp. 5-24. (In Russ.).

Borisov E.V., Kazanenkov V.A. K voprosu ob indeksatsii nizhnesredneyurskikh produktivnykh peschanykh plastov v zapadnoy chasti Enisey-Khatangskogo regional'nogo progiba [The problem of stratigraphical indexing of Lower-Middle Jurassic productive sandstones in the western part of the Yenisey-Khatanga regional trough]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2018, vol. 13, no. 4, available at: http://www.ngtp.ru/rub/2018/38_2018.html (In Russ.). DOI: [10.17353/2070-5379/38_2018](https://doi.org/10.17353/2070-5379/38_2018)

Brekhuntsov A.M., Nesterov I.I. (ml.), Grammatchikova E.G. Sostoyanie i analiz razvitiya resursnoy bazy uglevodorodnogo syr'ya Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga i shel'fa Karskogo morya [Status and analysis of the development of the hydrocarbon resource base of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug and the Kara Sea shelf]. *Georesursy*, 2023, vol. 23, no. 1, pp. 15-23. (In Russ.).

Deshin A.A., Burshteyn L.M. Otsenka masshtabov generatsii uglevodorodov v sredne-

verkhneyurskikh otlozheniyakh severa Zapadnoy Sibiri [Evaluation of hydrocarbons generation volume in the Middle-Upper Jurassic sections of the north Western Siberia]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2018, vol. 13, no. 3, available at: http://www.ngtp.ru/rub/11/30_2018.pdf (In Russ.). DOI: [10.17353/2070-5379/30_2018](https://doi.org/10.17353/2070-5379/30_2018)

Deshin A.A., Safronov P.I., Burshteyn L.M. Otsenka vremeni realizatsii glavnoy fazy nefteobrazovaniya v sredne-verkhneyurskikh otlozheniyakh severa Zapadnoy Sibiri [Estimation implementation time of the main phase of oil formation in the Middle-Upper Jurassic strata of the north of Western Siberia]. *Geologiya nefti i gaza*, 2017, no. 4, pp. 33-44. (In Russ.).

Fursenko E.A., Burukhina A.I., Kim N.S., Rodchenko A.P. Sovremennye predstavleniya o geokhimii organicheskogo veshchestva i naftidov mezozoyskikh otlozheniy arkticheskikh rayonov Zapadnoy Sibiri [Modern ideas about the geochemistry of organic matter and naphthides of Mesozoic strata in the Arctic regions of Western Siberia]. *Geokhimiya*, 2021, vol. 66, no. 12, pp. 1077-1105. (In Russ.).

Gulyaev S.N. Perspektivy neftegazonosnosti mezozoya severo-vostochnoy chasti Zapadno-Sibirskoy nizmennosti [Prospects for the oil and gas potential of the northeastern part of the West Siberian Lowland Mesozoic]. *Izvestiya TPI*, 1964, vol. 127, issue 2, pp. 3-9. (In Russ.).

Kazanenkov V.A. Istoriya formirovaniya zalezhey uglevodorodov v plastakh malyshevskoy svity na territorii Karsko-Yamal'skogo regiona [History of the formation of hydrocarbon accumulations in the layers of the Malyshev Formation on the territory of the Kara-Yamal region]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*, 2023a, vol. 54, no. 4a, pp. 43-52. (In Russ.).

Kazanenkov V.A. Neftegazovaya sistema batskogo regional'nogo rezervuara tsentral'nykh rayonov Zapadno-Sibirskoy neftegazonosnoy provintsii [Oil and gas system of the Bathonian regional reservoir of the central regions of the West Siberian petroleum province]. *INTEREKSPLO GEO-Sibir'-2023: sb. mater. XIX Mezhdunar. nauchn. konferentsii*. Novosibirsk, 2023b, vol. 2, pp. 80-87. (In Russ.).

Khanin A.A. *Porody-kollektory nefti i gaza neftegazonosnykh provintsiy SSSR* [Oil and gas reservoir rocks of the oil and gas provinces of the USSR]. Moscow: Nedra, 1975, 304 p. (In Russ.).

Kim N.S., Rodchenko A.P. Organicheskaya geokhimiya i neftegazogeneratsionnyy potencial yurskikh i melovykh otlozheniy Enisey-Khatangskogo regional'nogo progiba [Organic geochemistry and oil and gas generation potential of Jurassic and Cretaceous strata of the Yenisey-Khatanga regional trough]. *Geologiya i geofizika*, 2013, vol. 54, no. 8, pp. 1236-1252. (In Russ.).

Kontorovich V.A., Belyaev S.Yu., Kontorovich A.E., Krasavchikov V.O., Kontorovich A.A., Suprunenko O.I. Tektonicheskoe stroenie i istoriya razvitiya Zapadno-Sibirskoy geosineklizy v mezozoe i kaynozoe [Tectonic structure and evolution of the West Siberian geosyncline in the Mesozoic and Cenozoic. Russian Geology and Geophysics]. *Geologiya i geofizika*, 2001, vol. 42 (11-12), pp. 1832-1845. (In Russ.).

Kuznetsov L.L. Stroenie gazovykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy [The structure of gas and gas condensate fields]. *Geologiya i neftegazonosnost' Enisey-Khatangskogo progiba: sbornik statey*. Leningrad: NIIGA, 1971, pp. 92-110. (In Russ.).

Nikitenko B.L., Devyatov V.P., Rodchenko A.P., Levchuk L.K., Peshchevitskaya E.B., Fursenko E.A. Gol'chikhinskaya svita (verkhni bata-nizy boreal'nogo berriasa) Enisey-Khatangskogo progiba (zapad Severo-Sibirskoy nizmennosti) [Golchikha Formation (Upper Batonian - Lower boreal Berriasian) of the Yenisey-Khatanga Trough (West of the North Siberian Lowland)]. *Geologiya i geofizika*, 2020, vol. 61, no. 4, pp. 508-526. (In Russ.).

Resheniya 6-go Mezhdedomstvennogo stratigraficheskogo soveshchaniya po rassmotreniyu i prinyatiyu utochnennykh stratigraficheskikh skhem mezozoyskikh otlozheniy Zapadnoy Sibiri, Novosibirsk, 2003 g. [6th Decision of the Interdepartmental stratigraphic meeting on the consideration and adoption of revised stratigraphic schemes of Mesozoic strata of Western Siberia, Novosibirsk, 2003]. Novosibirsk: SNIIGGiMS, 2004, 114 p. (In Russ.).

Rodchenko A.P. Geokhimiya organicheskogo veshchestva verkhneyurskikh otlozheniy severo-vostoka Zapadnoy Sibiri i genesis melovykh neftey regiona [Geochemistry of organic matter of Upper Jurassic strata of north-eastern Western Siberia and genesis of Cretaceous oils of the region].

Geologiya nefiti i gaza, 2016, no. 6, pp. 107-118. (In Russ.).

Shemin G.G., Pervukhina N.V. Stroenie, usloviya formirovaniya i kolichestvennyy prognos neftegazonosnosti batskogo rezervuara i produktivnogo plasta Yu2 Yamal'skoy neftegazonosnoy oblasti (sever Zapadno-Sibirskoy neftegazonosnoy provintsii) [Structure, formation conditions, and quantitative forecast of the petroleum potential of the Bathonian reservoir and J2 pay bed of the Yamal petroleum region in the north of the West Siberian petroleum province]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*, 2017, vol. 30, no. 2, pp. 33-49. (In Russ.).

Shemin G.G., Vernikovskiy V.A., Deev E.V., Glazyrin P.A., Bostrikov O.I., Sap'yannik V.V., Zaytseva Yu.L., Pervukhina N.V., Smirnov M.Yu., Moskvina V.I. *Modeli stroeniya i kolichestvennyy prognos neftegazonosnosti yurskikh otlozheniy sibirskogo sektora Arktiki (Enisey-Khatangskiy i Gydanskiy regiony)* [Models of the structure and quantitative forecast of oil and gas potential of Jurassic strata of the Siberian sector of the Arctic (Yenisey-Khatanga and Gydan regions)]. Novosibirsk: IPTs NGU, 2023, 198 p. (In Russ.).

Sokolov V.N. Geologiya i perspektivy neftegazonosnosti arkticheskoy chasti Zapadno-Sibirskoy nizmennosti [Geology and oil and gas potential of the Arctic part of the West Siberian Lowland]. *Tr. NIIGA*, 1960, vol. 100, 153 p. (In Russ.).

Zyza E.A., Fedorov S.A., Khasanov T.I. Stratifikatsiya nizhneyurskikh otlozheniy v razreze skvazhiny Tota-Yakhinskaya 25 i perspektivy neftegazonosnosti na poluostrove Gydanskiy [Stratification of Lower Jurassic strata in the section of the Tota-Yakhin 25 well and prospects for oil and gas potential on the Gydan Peninsula]. *Geologiya, poiski i razvedka mestorozhdeniy nefiti i gaza*, 2015, no. 6, pp. 7-14. (In Russ.).