

СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ШЕЛЬФА МОРЯ ЛАПТЕВЫХ (ВОСТОЧНАЯ АРКТИКА)

© 2022 г. А. Д. Дзюбло¹, О. В. Грушевская²*, А. Н. Обухов², А. Ю. Макарова¹

¹Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет) им. И.М. Губкина,
д. 65, Ленинский просп., 119991 Москва, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт (ВНИГНИ),
д. 36, шоссе Энтузиастов, 105118 Москва, Россия

*e-mail: grushevskaya@vniigni.ru

Поступила в редакцию 02.07.2021 г.

После доработки 29.11.2021 г.

После повторной доработки 06.07.2022 г.

Принята к публикации 17.07.2022 г.

В нашем исследовании выполнено структурно-формационное районирование шельфа моря Лаптевых (Восточная Арктика) и проведено описание Притаймырской (северо-западная часть моря Лаптевых), Лаптевской (центральная часть моря Лаптевых), Гаккелевской (северная часть моря Лаптевых), Омолойской (восточная часть моря Лаптевых) и переходной Хатангской (юго-западная часть моря Лаптевых) структурно-формационных зон, приведена сейсмостратиграфическая характеристика шельфа моря Лаптевых. На основе полученных данных выявлены региональные несогласия и перерывы в осадконакоплении. По результатам исследования мы выделили основные геологические этапы эволюции региона исследования: платформенный (ранний-среднепалеозой), окраинно-континентальный (поздний палеозой), рифтовый (поздняя пермь–ранний триас), синеклизный (юра–неоком), рифтовый (поздний мел–палеоген–ранний миоцен), пострифтовый (миоцен–четвертичный). В эти этапы происходило формирование структурно-формационных и нефтегазоносных комплексов. В результате проведенного анализа выявлены предполагаемые перспективные нефтегазоносные комплексы в разрезах Притаймырской и Омолойской зон – палеозойский и мезозойский (i); переходной Хатангской зоне – палеозойский, мезозойский, палеоцен–эоценовый, олигоценовый и миоценовый (ii), Лаптевской зоны – мезозойский, палеоцен–эоценовый, олигоценовый и миоценовый (iii), Гаккелевской зоны – палеоцен–эоценовый, олигоценовый и миоценовый (iv). Проведено структурно-формационное районирование шельфа моря Лаптевых для уточнения и планирования геологоразведочных работ.

Ключевые слова: структурно-формационное районирование, структурно-формационные комплексы, Лаптевоморская рифтовая система, фундамент, шельф моря Лаптевых, перспективные нефтегазоносные комплексы, сейсмостратиграфическая характеристика, структурная модель, рифт хребта Гаккеля

DOI: 10.31857/S0016853X2204004X

ВВЕДЕНИЕ

Развитие Арктического шельфа России, освоение и наращивание его углеводородного потенциала неразрывно связаны с детальным изучением геологического строения всех шельфовых зон Циркумарктического региона. Одной из таких зон является шельф моря Лаптевых. Для оценки его ресурсного потенциала, определения направлений геологоразведочных работ и выбора местоположения морских скважин основными факторами являются мощность, структура и формационный состав осадочного чехла. Структурно-формационное районирование шельфа моря Лаптевых является одним из определяющих факторов для планирования геологоразведочных работ.

Для тектонических построений по шельфу моря Лаптевых проведено выделение в регионе крупных структурно-формационных комплексов, а именно – ряда осадочных формаций, образованных в течение одного тектоно-седиментационного цикла и связанных близостью литологического состава, условий залегания, тектонической нарушенности и эпигенетических изменений. Структурно-формационный комплекс составляет часть осадочно-породного бассейна, выделенную в подшошве и кровле крупными стратиграфическими и структурными несогласиями, размывами, слагающими отдельную структурно-формационную зону. Под структурно-формационной зоной мы понимаем ареал распространения ассоциаций

пространственно и хронологически сопряженных геологических формаций, возникших в течение определенной стадии тектоно-магматического цикла [9].

Незначительные объемы глубокого бурения в северной части Сибирской платформы и отсутствие глубокого бурения на шельфе моря Лаптевых, объясняет тот факт, что ряд аспектов геологического строения тектонических структур и истории развития региона рассматриваются исследователями с различных позиций [22]. Стратификация осадочных комплексов и возраста складчатого основания шельфа моря Лаптевых остается в числе обсуждаемых проблем.

В период с 2011 г. по 2021 г. в процессе проведенных с нашим участием геологоразведочных работ на шельфе моря Лаптевых и северной части Сибирской платформы было получено более 30 тыс. км современных сейсмопрофилей МОВ ОГТ 2D. В нашей работе проанализированы результаты геологоразведочных работ, полученные производственными организациями АО “МАГЭ”, АО “Росгеология” (АО “Севморнефтегеофизика, АО “Южморгеология”) по итогам восьми федеральных проектов в Притаймырской, Таймыро-Североземельской, Омолойской, Центральной, Оленевской и Евразийской частях моря Лаптевых.

Научно-тематические работы по проблемам геологического строения и оценки перспектив нефтегазоносности шельфа моря Лаптевых и северной части Сибирской платформы, выполненные в последние годы ФГБУ “ВНИИОкеангеология” (г. Санкт-Петербург, Россия), ФГУП “СНИИГГиМС” (г. Новосибирск, Россия), ФГБУ “ВНИГНИ” (г. Москва, Россия), ИНГГ СО РАН (г. Новосибирск, Россия), МГУ им. Ломоносова (г. Москва, Россия) имеют большую научную и практическую ценность и важные материалы были получены АО “Севморнефтегеофизика” (АО “СМНГ”, г. Мурманск, Россия) по заказу Federal Institute for geosciences and natural resources (BGR, Hannover, Germany).

Целью нашей статьи является исследование фундамента и осадочного чехла моря Лаптевых и его типизация, проведение структурно-формационного районирования шельфа моря Лаптевых, объединяющее различные тектонические модели, которые эффективны для оценки разных зон Арктики, а также мы предлагаем модельную схему строения фундамента и осадочного чехла региона исследования.

СЕЙСМОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГИОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

На шельфе моря Лаптевых датировка отражающих горизонтов и возрастной диапазон, заклю-

ченных между ними сейсмостратиграфических подразделений, неоднозначны.

Основным первичным материалом, который был analyzed при выполнении данной работы, являются сейсморазведочные разрезы МОГТ 2D на шельфе моря Лаптевых и северной части Сибирской платформы, а также данные глубокого бурения. Объем изученных и переинтерпретированных авторами сейсмических профилей составил 15000 пог. км. Использовались результаты бурения скважин Журавлиная, Центрально-Ольгинская, Анабаро-Хатангская 1,2,3, АСЕХ-302 и описание керн скважин Усть-Оленёкская-2370, Чарчукская-1, Бурская-3410, Хастахская-930, Улаханская-2, Сындасская-201, Южно-Тигянская, Чайдахская-250.

Новые данные, полученные в ходе сейсморазведочных работ 2009–2019 гг. привели к появлению новых вариантов стратификации осадочного чехла [1, 2, 10, 12, 14, 15]. Была предпринята попытка осуществить привязку полученных данных к стратиграфической принадлежности отражающих горизонтов, выполненных разными исследователями, на основе выделения главных перерывов и тектонических событий, которые охватывают всю акваторию моря Лаптевых и прилегающих территорий п-ова Таймыр и Восточной Сибири [12, 15, 17–20, 33, 38–40] (рис. 1).

Осадочный бассейн моря Лаптевых характеризуется существенной изменчивостью состава и содержания осадочных формаций, а также гетерогенным фундаментом, изменяющимся на протяжении от прибрежных зон к глубоководным зонам. Западная и южная прибрежные зоны акватории моря Лаптевых являются продолжением Сибирской платформы с фундаментом архей–протерозойского возраста и мощным слабдеформированным осадочным чехлом рифей–палеозойско–мезозойских отложений [13].

В более мористых северных зонах (северная часть Хатангско-Лаптевоморской плиты [4]) под влиянием рифтинга в мелу–кайнозойе континентальная кора и, соответственно, архей–протерозойский фундамент подвергся деструкции, разделяясь на фрагменты и блоки. Сейсмическими исследованиями подтверждена рифтовая модель строения моря Лаптевых с преимущественно мел–кайнозойским чехлом отложений [12, 17, 27].

Отложения осадочного чехла подстилаются промежуточным структурным этажом, представленным в различной степени нарушенными рифтовыми сбросами и растяжением палеозой–мезозойскими толщами (рис. 2). Фундамент северной глубоководной части моря Лаптевых представлен вулканитами океанического типа – это специфический рифтовый тип фундамента, перекрытого чехлом кайнозойских отложений [34]. Структурно-формационное райо-

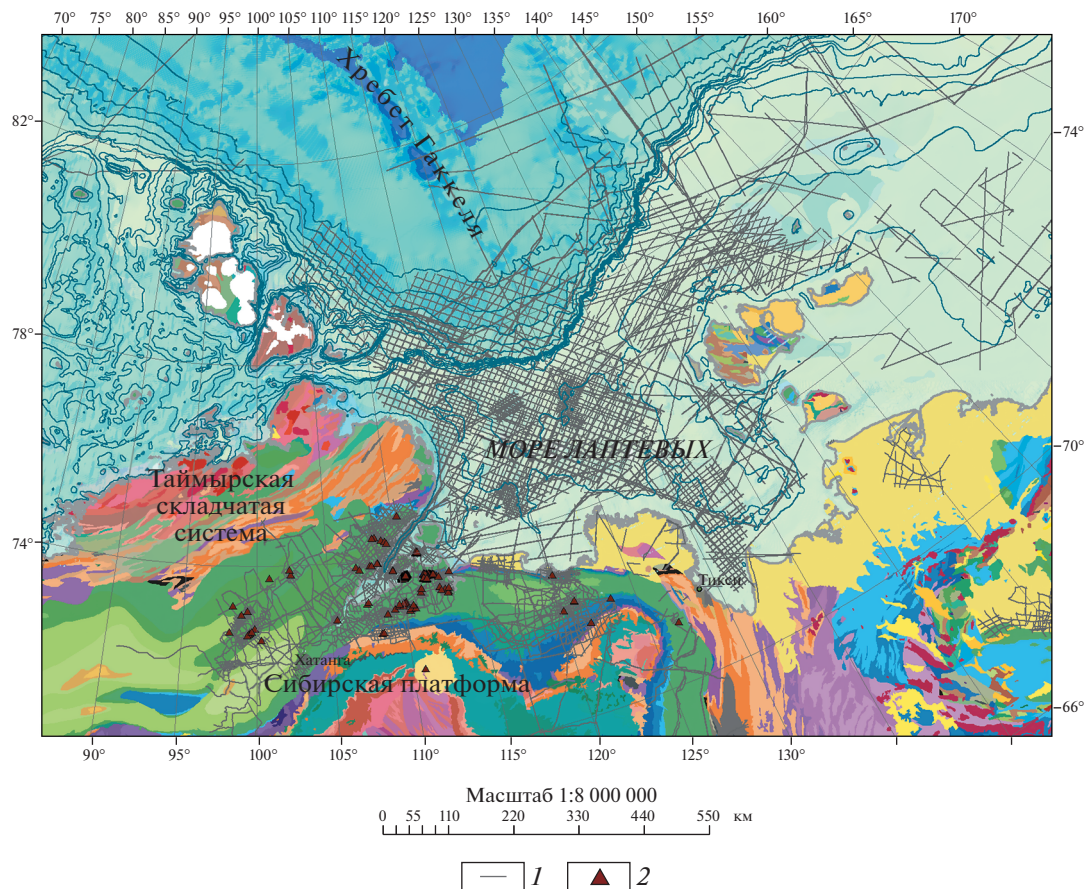


Рис. 1. Геологическая карта района исследования.
1 – сейсмические профили; 2 – скважины

нирование шельфа моря Лаптевых выполнено нами для объединения различных тектонических реконструкций, эффективных для оценки разных зон этой перспективной Арктической акватории. Предлагаемая схема районирования является одной из моделей строения осадочного чехла и фундамента региона.

Мы привлекаем следующие реконструкции строения осадочного чехла и тектонического строения моря Лаптевых, в которых:

- архейско–протерозойский фундамент Лаптевоморского шельфа отнесен к крупному блоку Сибирского кратона с древним осадочным чехлом рифейско–среднепалеозойско и верхнепалеозойско–нижнемелового и верхнемелового–четвертичного возраста [11, 16];

- в состав осадочного чехла включены отложения только верхнего мела–кайнозоя, залегающие на позднекиммерийском фундаменте [15, 16, 32, 38–40].

Нами проведен комплексный анализ полученного геологического и сейсмического материала и интерпретации, построены сейсмогеологические профили РТ 1103, 1106, 1133, композитные про-

фили А–А' (профили 5109302-SWL1302-SWL1301) и В–В' (профили 5109303-4012508-SWL1303) (рис. 3, рис. 4).

Данные профили наиболее полно отражают зону сочленения Хатангско-Лаптевоморской плиты и Сибирской платформы. Привязка отражающих горизонтов приведена по материалам геологических съемок материкового и островного обрамления шельфа моря Лаптевых, данных бурения глубоких скважин на севере Сибирской платформы [1]. Геологический разрез Сибирской платформы характеризуется следующими опорными горизонтами (см. рис. 3):

- Б (Go) – кровля паксинской или буолкалахской свит (баженовский горизонт, берриас, K_{1br});

- Ia (III) – кровля верхне-среднепалеозойского комплекса или доюрского основания (C_2 -P-T₁, PZ₃);

- VI – кровля нижнепалеозойского комплекса (PZ₁);

- Ха – кровля протерозойского комплекса (Ar-Pr (?)).

Геохронология		Море Лаптевых												
Эра	Система	Отдел	АО "МАГЭ"			АО "СМНГ"	НК "Роснефть"	ФГБУ "ВНИИОкеангеология"			АО "ЮМГ"			
			ГТК Лист S49-52	Притаймырская часть	Центральная часть	Северо-Западная часть	Юго-Западная часть	Западная и Центральная части	Крайняя западная часть	Западная и центральная части	Восточная часть	Южная часть		
КАЙНОЗОЙСКАЯ КЗ	Неоген	N ₂	L ₆ (N ₂ -Q)	L ₆ (N ₂ -Q)	L ₆ (N ₂ -Q)	L ₆ (N ₂ -Q)	L ₄ (N ₁)	Ls ₆ (Q ₁₋₃)	ЛI(N ₂ -Q)	Л(N ₂ -Q)	Л(N ₂ -Q)			
		N ₁	L ₅ (N ₂)	L ₅ (N ₂)	L ₅ (N ₂)	L ₅ (N ₂)	L ₅ (N ₁ -N ₂)	Ls ₅ (N ₁ -N ₂)	ЛI(N ₂ -Q)	Л(N ₂ -Q)	Л(N ₂ -Q)			
	Палеоген	P ₃	L ₄ (N ₁ ²⁻³)	L ₄ (N ₁)	L ₄ (N ₁)	L ₄ (N ₁)	L ₃ (P ₂ -N ₁)	Ls ₄ (N ₁ -N ₂)	I(N ₂ ²⁻³)	П ₃ (P ₃)	П ₃ (P ₃)			
		P ₂	L ₃ (P ₂ ² -N ₁ ¹)	L ₃ (P ₂)	L ₃ (P ₂)	L ₃ (P ₂)	L ₃ (P ₂ -N ₁)	Ls ₄ (P ₃ -P ₁ ²⁻³)	I(N ₂ ²⁻³)	П ₃ (P ₃)	П ₃ (P ₃)			
	Мел	P ₁	L ₂ (P ₁ ² -P ₂)	L ₂ (P ₁ ?)	L ₂ (P ₁ ?)	L ₂ (P ₁ ?)	L ₂ (P ₁ -P ₂)	Ls ₃ (P ₂ -P ₁)	П ₂ (P ₂)	П ₂ (P ₂)	П ₂ (P ₂)			
		K ₁	L ₁ (K ₂)	L ₁ (K ₂)	L ₁ (K ₂)	L ₁ (K ₂ -P ₁)	L ₁ (K ₂ -P ₁)	Ls ₂ (K ₂)	П ₁ (P ₁)	П ₁ (P ₁)	П ₁ (P ₁)	П ₀ (P ₁)		
	МЕЗОЗОЙСКАЯ КЗ	Юра	K ₁	L ₁ (K ₂)	A(K ₁ ?)	A(K ₂)	A(PZ, MZ-K ₂)	L ₁ (K ₂ ?-P ₁)	Ls ₂ (K ₂)	П ₀ (K ₂)	П ₀ (K ₂)	П ₀ (K ₂)		
			J ₃	A(K ₁ ?-K ₂)						П(K _{1a} -al)	П(K _{1a} -al)	П(K _{1a} -al)		
		Триас	J ₂											
			J ₁		A ₁ (J ₁)						П ₃ (J-K _{2n})	П ₃ (J-K _{1n})		П ₃ (J)
Пермь		T ₃												
		T ₂												
Карбон		P ₂						II(MZ-PZ)						
		P ₁							Ls ₂ (P-K ₁)					
Девон		C ₃		A(C ₂ -P)							III(C ₂ -P ₁)		VII(C ₂ -P ₁)	
		C ₁									IV(D ₃ -C ₁)			
Ордовик														
										V(O-D ₂)				
Кембрий												VIII(C ₁ -C ₂)		
										V(C)				
Протерозой	Рифей	Венд											R(Rf)	
													F	

Рис. 2. Корреляция сейсмических отражающих горизонтов, выделенных по работам МОВ ОГТ на шельфе моря Лаптевых и северной части Сибирской платформы (по данным [23, 29, 30], с изменениями и дополнениями).

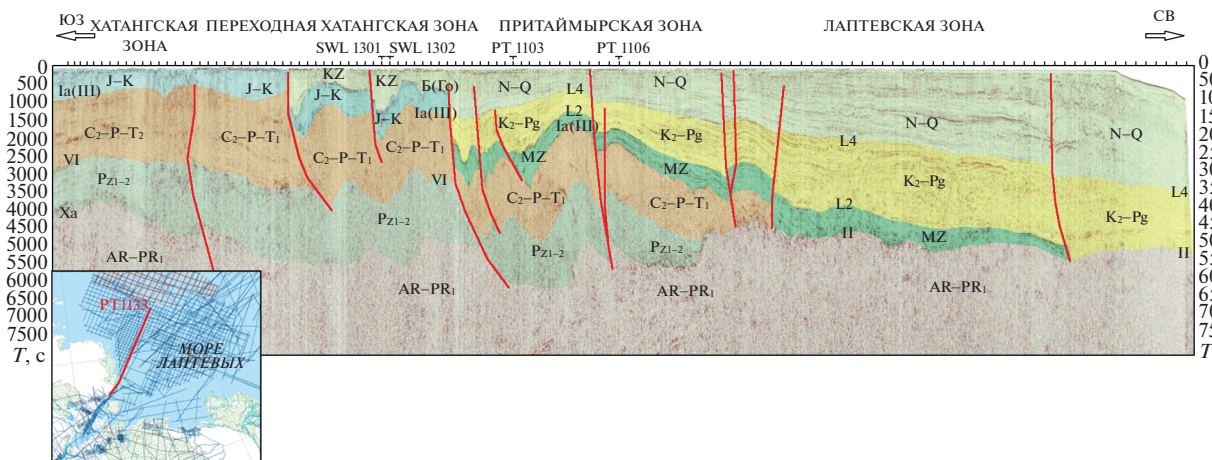


Рис. 3. Геолого-геофизический временной разрез по профилю РТ 1133.

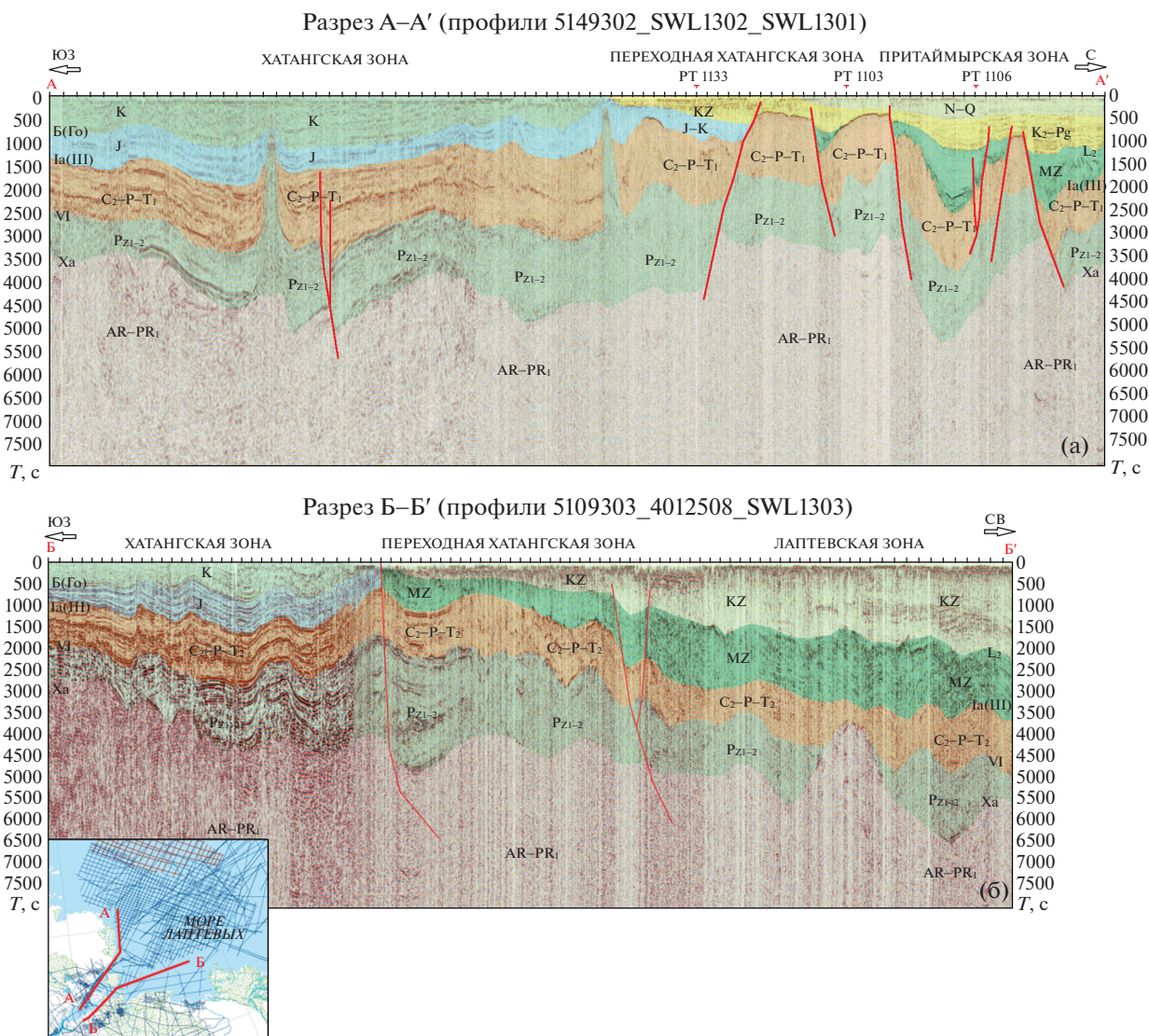


Рис. 4. Геолого-геофизические временные разрезы. На врезке: композитные профили А–А' и Б–Б'. (а) – профили 5109302-SWL1302-SWL1301; (б) – профили 5109303-4012508-SWL1303.

Геологический разрез Хатангско-Лаптевоморской плиты характеризуется следующими горизонтами (см. рис. 3, см. рис. 4):

- II (Pz–Mz) – ОГ, связанный с поверхностью эрозионного несогласия в подошве среднекаменноугольно–пермских образований;
- L₂ (K₂–Pg) – рубеж позднего мела–кайнозоя;
- L₄ (N–Q) – ассоциируется с последней фазой крупнейшего предмиоценового эрозионного перерыва.

В зоне сочленения Сибирской платформы и Хатангско-Лаптевоморской плиты, выраженной Лено-Анабарской (Лено-Таймырской) зоной погребенных поднятий, выделяются те же горизонты, что и в пределах Сибирской платформы, но

залегающие на большей глубине и характеризующиеся слабой динамической активностью.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ НЕСОГЛАСИЯ – ПЕРЕРЫВЫ В ОСАДКОНАКОПЛЕНИИ

В качестве возрастных границ нами были приняты рубежи наиболее значительных тектонических событий, установленных при анализе глобальных перестроек, и разрезов близлежащих территорий. С учетом корреляции сейсмических горизонтов МОВ ОГТ, проведенных компаниями АО «МАГЭ» (г. Мурманск, Россия), АО «Севморнефтегеофизика» (г. Мурманск, Россия), АО «Южморгеология» (г. Геленджик, Россия) на шельфе моря Лаптевых, данных бурения скважин

(АСЕХ-302) на хребте Ломоносова и в северной части Сибирской платформы (Усть-Оленёкская-2370, скв. Чарчкская-1, Бурская-3410, Хастахская-930, Улаханская-2, Сындаская-201, Южно-Тигянская, Чайдахская-250, Анабаро-Хатангская-2 и другие скважины), установлены перерывы в осадконакоплении [32]. В северной части Сибирской платформы выделены перерывы в осадконакоплении на рубеже рифея и венда, предкембрийский перерыв, в предпермское время и нижний мел–кайнозой [28].

На шельфе моря Лаптевых выделены:

- перерыв осадконакопления в верхнемеловых образованиях;
- пред-среднемиоценовое несогласие;
- несогласие между миоценовыми и плиоценовыми отложениями;
- поверхность несогласия в четвертичных отложениях.

В регионе исследования нами выделено несколько значительных возрастных региональных перерывов в осадконакоплении. В северной части Сибирской платформы установлены следующие перерывы:

- пред-вендский;
- пред-кембрийский;
- пред-среднекаменноугольно–пермский;
- пред-юрский.

Пред-вендский перерыв характеризуется денудацией и размывом рифейских отложений, отложения венда залегают на рифейских отложениях с угловым несогласием.

Пред-кембрийский перерыв имеет зональный характер, кембрийские отложения перекрывают вендские без перерыва, однако вендский комплекс пород выклинивается на приподнятые блоки рифейских отложений.

Пред-среднекаменноугольно–пермский перерыв представлен поверхностью эрозионного среза в подошве каменноугольно–пермских образований, пермский комплекс залегают с размывом и угловым несогласием на различных по возрасту и составу отложениях кембрия, ордовика, силура и девона. В скважине Усть-Оленёкская-2370 вскрыты отложения ордовика–силура (под пермским горизонтом), в скважинах Чарчкская-1, Бурская-3410 и Хастахская-930 вскрыты кембрийские отложения (под пермским горизонтом), при этом повсеместно отсутствуют отложения девона–карбона.

Пред-юрский перерыв представлен поверхностью несогласия в подошве юрских образований, с размывом и угловым несогласием, юрские отложения перекрывают разновозрастные нижележащие вулканогенные и осадочные породы.

На шельфе моря Лаптевых нами установлено, что перерыв в верхнемеловых образованиях является наиболее заметным и регионально распространённым горизонтом. Он представляет собой отчетливое эрозионное несогласие, которое выглядит как пенеплен на некоторых структурных поднятиях, и образует основу осадочного заполнения рифтовых бассейнов. Перерыв развился до основного эпизода растяжения в период кайнозоя после регионального поднятия и последующей сильной эрозии, и выветривания в период позднего мела и раннего палеоцена в районе моря Лаптевых.

Поверхность несогласия в апт–альбе определяется в волновой картине достаточно четко и уверенно.

Поверхность предсреднемиоценового несогласия ассоциируется с крупнейшим предмиоценовым эрозионным перерывом, зафиксированным скважинами М0002–М0004 на хребте Ломоносова [7]. Соотносится с несогласием, приуроченным к границе верхнего олигоцена–нижнего миоцена. Несогласие представляет собой резкое изменение в режиме осадконакопления в течение неогена.

Поверхность несогласия между миоценовыми и плиоценовыми отложениями и поверхность несогласия в верхнеплиоценовых отложениях, а также поверхность несогласия в четвертичных отложениях в акватории моря Лаптевых прослеживаются фрагментарно. Данные несогласия выделены на участках профилей в пределах Хатангско-Лаптевоморской плиты, то есть всего моря Лаптевых и являются динамически слабо выраженными горизонтами на значительной части площади (см. рис. 4).

Осадочный разрез шельфа моря Лаптевых характеризуется присутствием нескольких структурно-формационных комплексов, причем их положение существенно меняется от прибрежной (транзитной) зоны в глубоководные котловины Амундсена и Нансена. Для всех осадочных комплексов региона исследования, за исключением самого верхнего неоген–четвертичного, для большей части территории характерна высокая плотность тектонических нарушений сбросового типа и блоковая, наклонная деформированная, структура. Поэтому при отсутствии скважин в акватории моря Лаптевых имеющийся объем сейсмических данных оказался недостаточным для построения полнообъемной сейсмостратиграфической схемы строения осадочного чехла моря Лаптевых, сопоставимой по глубине проработки и детальности с аналогичными построениями, выполненными, например, в Баренцево-Карском регионе [16].

Тем не менее, проведенные исследования позволили разработать достаточно надежную основу для объективного расчленения разреза. В резуль-

тате интерпретации в пределах шельфовой части моря Лаптевых нами выделены пять зон с различным стратиграфическим и формационным объемом осадочного чехла:

- Притаймырская (северо-западная часть шельфа моря Лаптевых);
- переходная Хатангская (юго-западная часть шельфа моря Лаптевых);
- Лаптевская (центральная часть моря Лаптевых);
- Гаккелевская (в северной части Лаптево-морского бассейна);
- Омолойская (восточной части шельфа моря Лаптевых).

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ШЕЛЬФА МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

Геологическое развитие шельфа моря Лаптевых неразрывно связано с геологией и тектоникой древней Сибирской платформы, Верхоянского и Южно-Таймырского складчатых поясов и Енисей-Хатангского рифта [1, 9, 47].

Полученный в последние годы объем данных сейсмических региональных профилей и построенные протяженные сейсмогеологические профили дают надежный современный фактический материал для анализа перспектив нефтегазоносности Арктики [24]. Изучение палеотектоники района проводилось нами с помощью восстановления палеоразрезов, полученных по результатам структурной реконструкции методом построения палеотектонических профилей выравнивания с приведением верхней границы осадочного разреза к заданному палеобатиметрическому профилю (метод палеотектонических профилей).

По полученным данным исследования эволюции региона, мы выделили шесть структурно-формационных комплексов, которые формировались на протяжении шести этапов, соответствующих аналогичному количеству структурных этажей (рис. 5):

- платформенный (ранний–средний палеозой);
- окраинно-континентальный (поздний палеозой);
- рифтовый (поздняя пермь–ранний триас),
- синеклизный (юра–неоком),
- рифтовый (поздний мел–палеоген–ранний миоцен);
- пост-рифтовый (миоцен–четвертичный).

В геологическом развитии седиментационного бассейна Лаптево-морского региона четко прослеживаются глобальные общие процессы тектогенеза и седиментогенеза. В разных зонах они выражены в разных объемах и масштабах. В типовых разрезах эти процессы отражаются коррелируемыми тектоно-седиментационными циклами формирования отложений, разделенных различными перерывами в осадконакоплении и соответствующих в основном байкальской, каледонской, герцинской, киммерийской и альпийской фазам тектогенеза [7] (рис. 6).

Платформенный этап (ранний–средний палеозой)

Ранне-среднепалеозойский платформенный и позднепалеозойский окраинно-континентальный седиментационные циклы представлены и изучены в разрезах обнажений и по керну глубоких скважин Таймырского палеозойского блока на западе региона [21, 29, 30]. Глубина залегания палеозойских отложений увеличивается от береговых выходов до 6–8 км под позднемезозойско–кайнозойскими толщами в акватории Лаптевых.

Ранне-среднепалеозойский этап соответствовал условиям карбонатный шельфовой платформы с галогенными формациями нижнего кембрия и крупными зонами нефтегазонакопления.

Окраинно-континентальный этап (поздний палеозой)

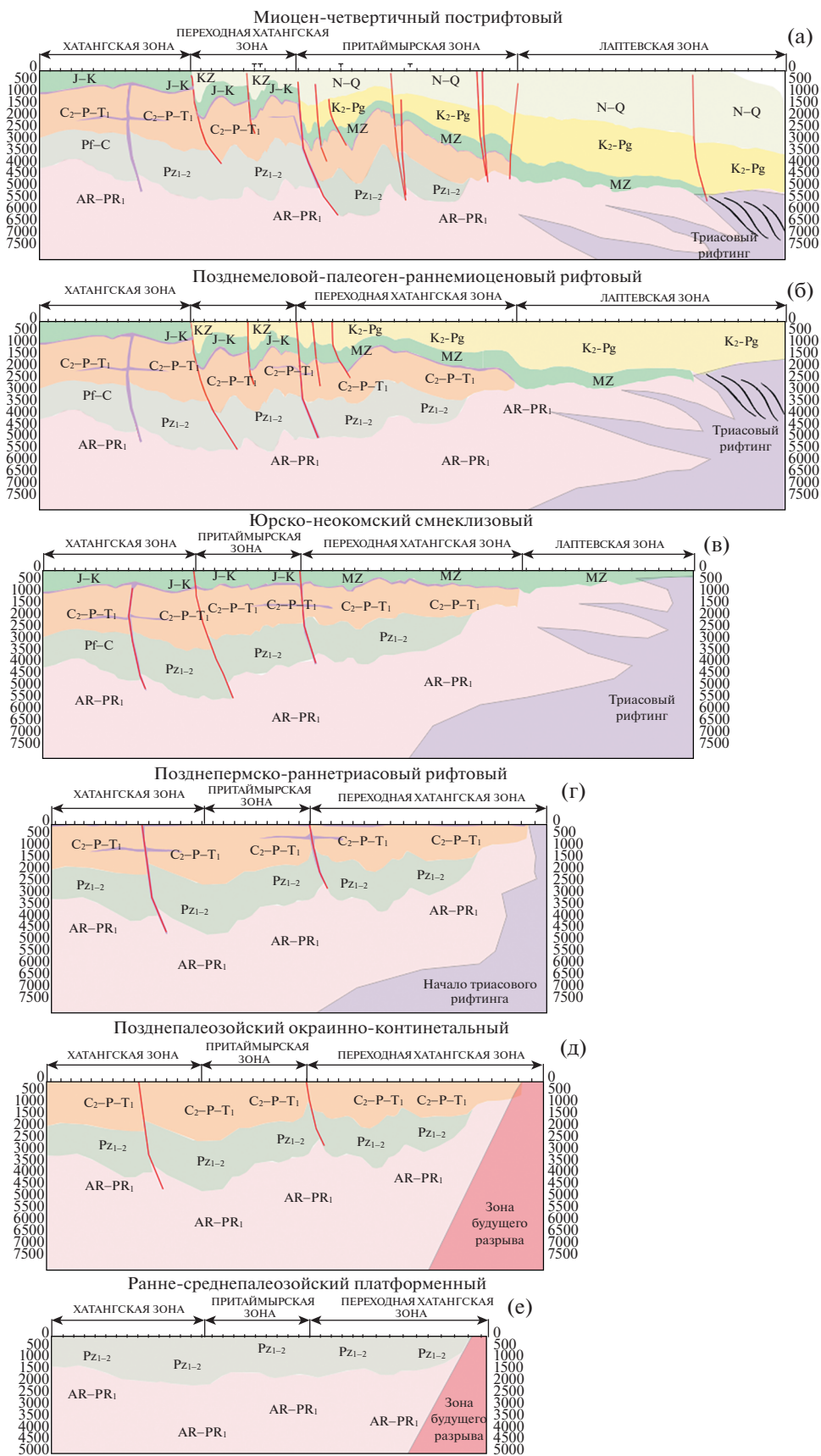
Позднепалеозойский окраинно-континентальный этап соответствовал обстановкам окраинно-континентального бассейна с формированием прибрежно-морских сероцветных терригенных, в том числе угленосных, реже красноцветных соленосных и доломитовых толщ, что было благоприятно для формирования эффективных природных резервуаров (см. рис. 6).

Рифтовый этап (поздняя пермь–ранний триас)

Позднепермско–раннетриасовый рифтовый этап выражен вулканогенно-осадочными толщами надграбеновых депрессионных зон, сформировавшихся в условиях интенсивного погружения и лавинной седиментацией. В это время происходил процесс образования траппов Сибири, в Анабаро-Хатангском и Анабаро-Ленском авлакогенах накапливались терригенные толщи, неравномерно насыщенные вулканогенным материалом. На всей территории севера Сибирской платформы в это время существовал рифтогенный геоди-

Рис. 5. Палеогеологические профили по линии РТ 1133.

(а) – миоцен–четвертичный пострифтовый; (б) – позднемеловой–палеоген–раннемиоценовый рифтовый; (в) – юрско–неокомский синеклизный; (г) – позднепермско–раннетриасовый рифтовый; (д) – позднепалеозойский окраинно-континентальный; (е) – ранне-среднепалеозойский платформенный.



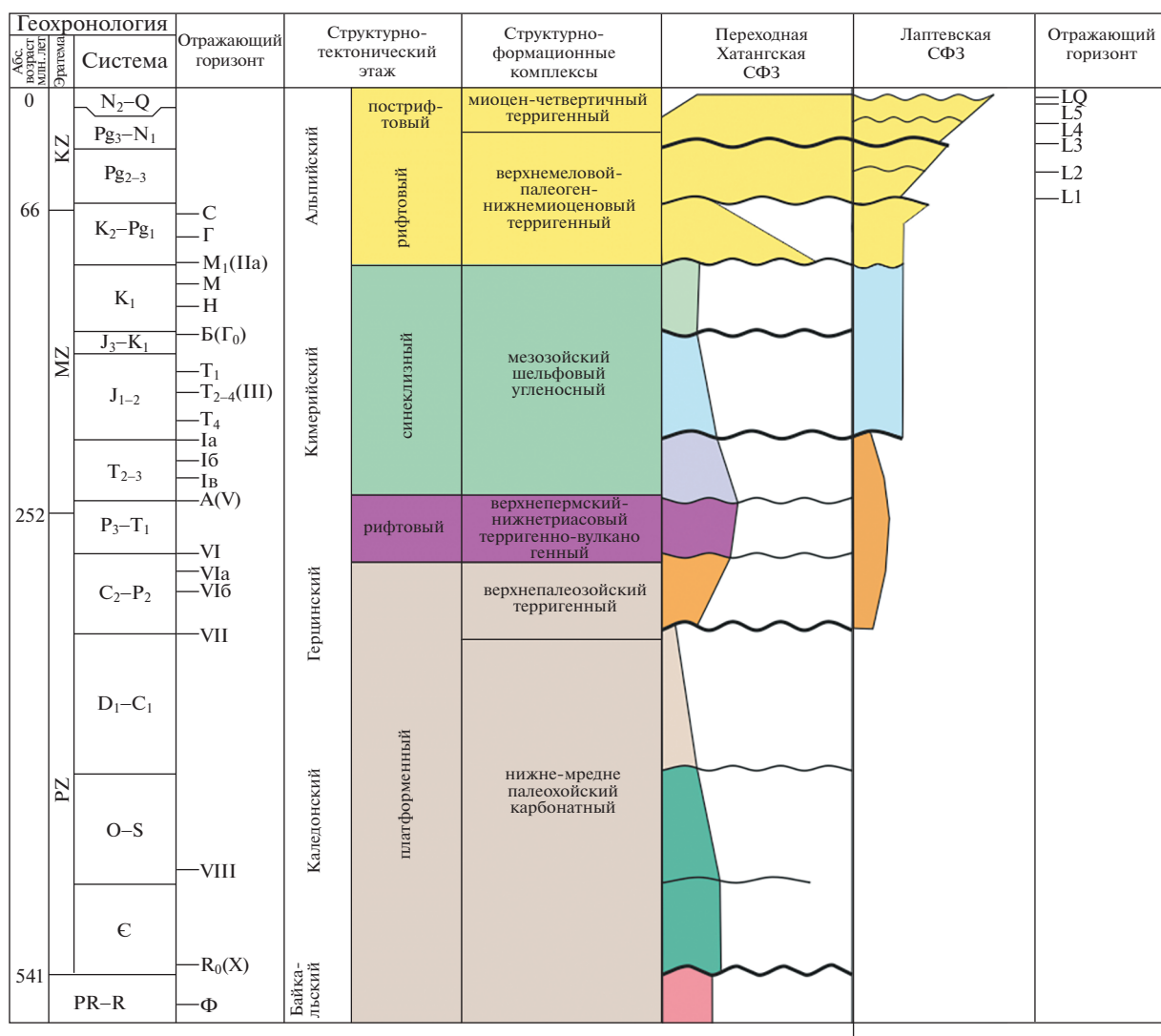


Рис. 6. Шкала тектонических и седиментационных событий, перерывов и структурно-формационных комплексов шельфа моря Лаптевых. Обозначено: СФЗ – структурно-формационные зоны.

намический режим. Однако, доля вулканического материала в осадочной толще этого возраста по сравнению с Енисей-Хатангским прогибом была относительно невелика [14]. Здесь развивалась зона рассеянного спрединга (рифтового растяжения), которая привела не к разрыву целостности палеозойских комплексов, но к их региональному опусканию и накоплению в локальных авлакогенах мощных толщ терригенно-вулканогенных отложений.

Синеклиальный этап (юра–неоком)

Юрско–неокомский синеклиальный этап формирования терригенных и угленосных формаций отличался проявлением геодинамических процессов растяжения и деструкции континентальной коры. Отложения юры и мела образовали

единую мегасеквенцию платформенного типа. Растяжение коры привело к прогибанию в пределах депрессионных зон ее поверхности и формированию мелководных бассейнов. Морские отложения начала раннего мела с многочисленной фауной глубокого и мелкого моря постепенно сменяются глинисто-алевритовыми осадками с растительным детритом, а затем и с линзами угля в прибрежно-морских фациях [13] (см. рис. 5).

Рифтовый этап (поздний мел–палеоген–ранний миоцен)

Позднемеловой–палеоген–раннемиоценовый рифтовый этап истории развития Лаптевоморского бассейна отличался новым интенсивным проявлением процессов рифтогенеза и соответствующих условий седиментации, связанных с

раскрытием Арктического океана, последующей стабилизации геодинамической обстановки, в том числе в зоне океанического срединного хребта Гаккеля (см. рис. 5).

Начальное проявление спрединга Гаккеля привело к отрыву от континентального блока Таймыра континентальных блоков островов Анжу (о. Большой Ляховский, о. Малый Ляховский), и их дрейфу в восточном направлении на расстояние до 300 км. В результате, сформировался обширный глубоководный Лаптевоморский бассейн между хребтом Гаккеля и континентальными блоками – Таймырским и островов Анжу. В удаленной от континента зоне, прилегающей к хребту Гаккеля, этот глубоководный бассейн залегает на коре океанического типа. На большей шельфовой части Лаптевоморского бассейна к югу от континентального склона, кайнозойский комплекс расположен на растянутых, разбитых листрическими сбросами мезозойских и палеозойских блоках фундамента, распространенных в пределах Лено–Анабарского и Анабаро–Хатангского прогибов прилегающей Сибирской платформы со свойственными им нефтегазоносными комплексами (см. рис. 4).

Таким образом, в пределах акватории моря Лаптевых в кайнозойское время произошло образование окраинно-континентального бассейна, отличавшегося геодинамической обстановкой интенсивного погружения дна и высокими скоростями седиментации терригенного материала в пределах серии линейных грабенов северо-западного простирания [12]. Грабены заполнены мощной толщей дельтовых (вероятно – палео-дельт р. Лена и р. Хатанга) и турбидитных фаций с присутствующими дельтам клиноформными толщами, сложенных алевро-псаммитовыми породами с хорошими коллекторскими свойствами.

Пост-рифтовый этап (миоцен–четвертичный)

Миоцен–четвертичный пострифтовый этап терригенной седиментации продолжается до настоящего времени (см. рис. 5). В современной структуре все элементы рифтовой системы моря Лаптевых перекрыты покровной толщей верхнемиоцен–четвертичных отложений мощностью от первых сотен метров до 1–1.2 км. Это свидетельствует о замедлении деструктивных процессов к позднему плиоцену и ослаблении пострифтового погружения на фоне усилившейся трансгрессии в начале четвертичного периода.

СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ В СТРОЕНИИ ШЕЛЬФА МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

Новые сейсмические материалы и комплексная интерпретация сейсморазведочных данных

позволили выделить в строении шельфа моря Лаптевых структурно-формационные зоны, которые характеризуются особенностями литологического состава и потенциальной нефтегазоносностью позднемиоценовых–кайнозойских отложений и неоднородным строением подстилающих комплексов (рис. 7).

В составе осадочного чехла шельфа моря Лаптевых по результатам комплексной интерпретации сейсмических профилей нами выделены шесть структурно-формационных комплексов, которые понимаются авторами как формационный ряд или ассоциация осадочных и вулканогенных пород, характеризующие определенную структуру или структурно-формационную зону:

- нижне-среднепалеозойский карбонатный (PZ_{1-2}),
- верхнепалеозойский терригенный (PZ_3),
- верхнепермско–нижнетриасовый терригенно-вулканогенный (P_3-T_1),
- мезозойский шельфовый угленосный (T_2-J-K_1),
- верхнемеловой и палеоген–нижнемиоценовый терригенный (K_2-N_1),
- миоцен–четвертичный терригенный (N_2-Q).

На границах структурно-формационных комплексов отмечаются длительные перерывы в осадконакоплении, фиксирующие тектоно-седиментационную цикличность (см. рис. 6). Состав и строение мезозойско–палеозойских отложений на шельфе моря Лаптевых сопоставимы с мезозойско–палеозойскими отложениями прилегающей материковой части.

Нижне-среднепалеозойский карбонатный комплекс (PZ_{1-2})

Данный комплекс состоит из преобладающих отложений шельфовой карбонатной платформы с разнообразными фациями известняков, доломитов, соленосных и карбонатно-терригенных пород [23]. На п-ове Таймыр и на Новосибирских островах отложения палеозоя представлены слабодислоцированными карбонатными породами, в том числе битуминозными кавернозными известняками нижнего девона в центре о. Котельный. На севере и северо-западе Анабарской антеклизы, палеозойские отложения представлены мукунской терригенной и билляхской карбонатной платформенными формациями, общая мощность которых не превышает 1700 м. В Хатангском заливе в отложениях нижнего-среднего палеозоя на сейсмических профилях выделяются горизонты эвапоритов с каменной солью, гипсами и ангидритами, которые образуют раздувы и диапировые структуры (см. рис. 4, а).

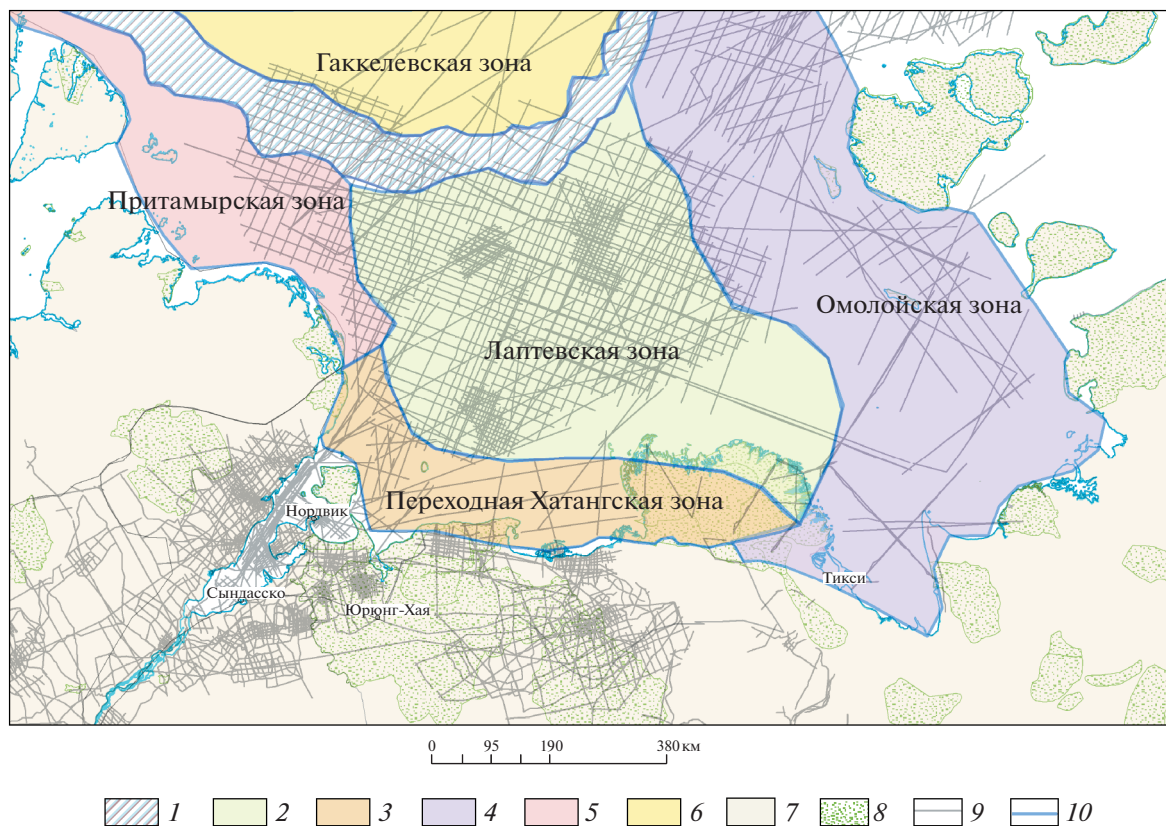


Рис. 7. Схема структурно-формационного районирования акватории шельфа моря Лаптевых и северной части Сибирской платформы.

1 – континентальный склон; 2–6 – зона: 2 – Притаймырская, 3 – Лаптевская, 4 – Гаккелевская, 5 – Омлойская, 6 – переходная Хатангская; 7 – суша; 8 – особо охраняемые природные территории; 9 – сейсмическое покрытие; 10 – береговая линия

Верхнепалеозойский терригенный комплекс (PZ_3)

Данный комплекс изучен в естественных выходах и вскрыт практически всеми глубокими скважинами на востоке п-ова Таймыр на берегах Анабарской губы и на северном склоне Анабарской антеклизы [19]. На Анабарской антеклизе верхнепалеозойский терригенный комплекс с размывом и часто с угловым несогласием залегает на терригенно-карбонатном комплексе верхнего протерозоя–нижнего-среднего палеозоя, а в погруженной зоне и на п-ове Таймыр отложения верхнепалеозойского терригенного комплекса постепенно сменяют терригенно-карбонатный комплекс. В основном – это терригенный комплекс (на определенных уровнях – угленосный) с чередованием морских и континентальных отложений, интрузиями долеритов (пермь), суммарная вскрытая мощность долеритов аномально высока на Сындасской площади и составляет 435 м.

Верхнепермско–нижнетриасовый терригенно-вулканогенный комплекс (P_3-T_1)

Проведенный анализ результатов бурения и описания обнажений на прилегающей суше

показал, что пермотриасовые отложения представлены преимущественно мелководно-морскими и континентальными толщами, возможно, с прослоями туфов, базальтов и долеритов в триасовом интервале разреза [31]. Вулканогенно-трапповые толщи образованы в результате рифтинга. На западе оленёкский ярус становится осадочно-вулканогенным и существенно морским, а средне-верхнетриасовые отложения отличаются значительной латеральной изменчивостью и ритмичностью – данные отложения представлены морскими, прибрежно-морскими и редко континентальными осадками [2].

Мезозойский шельфовый угленосный комплекс (T_2-J-K_1)

Мезозойский шельфовый угленосный (T_2-J-K_1), как и палеозойские комплексы, распространен фрагментарно и в ~200-мильной морской зоне от побережья моря Лаптевых. Мезозойский комплекс, в пределах Анабаро-Хатангской седловины и Анабаро-Ленского прогиба, становится выдержанным, мощностью (от ~1 км редко до 2.5 км) – данный комплекс представлен в

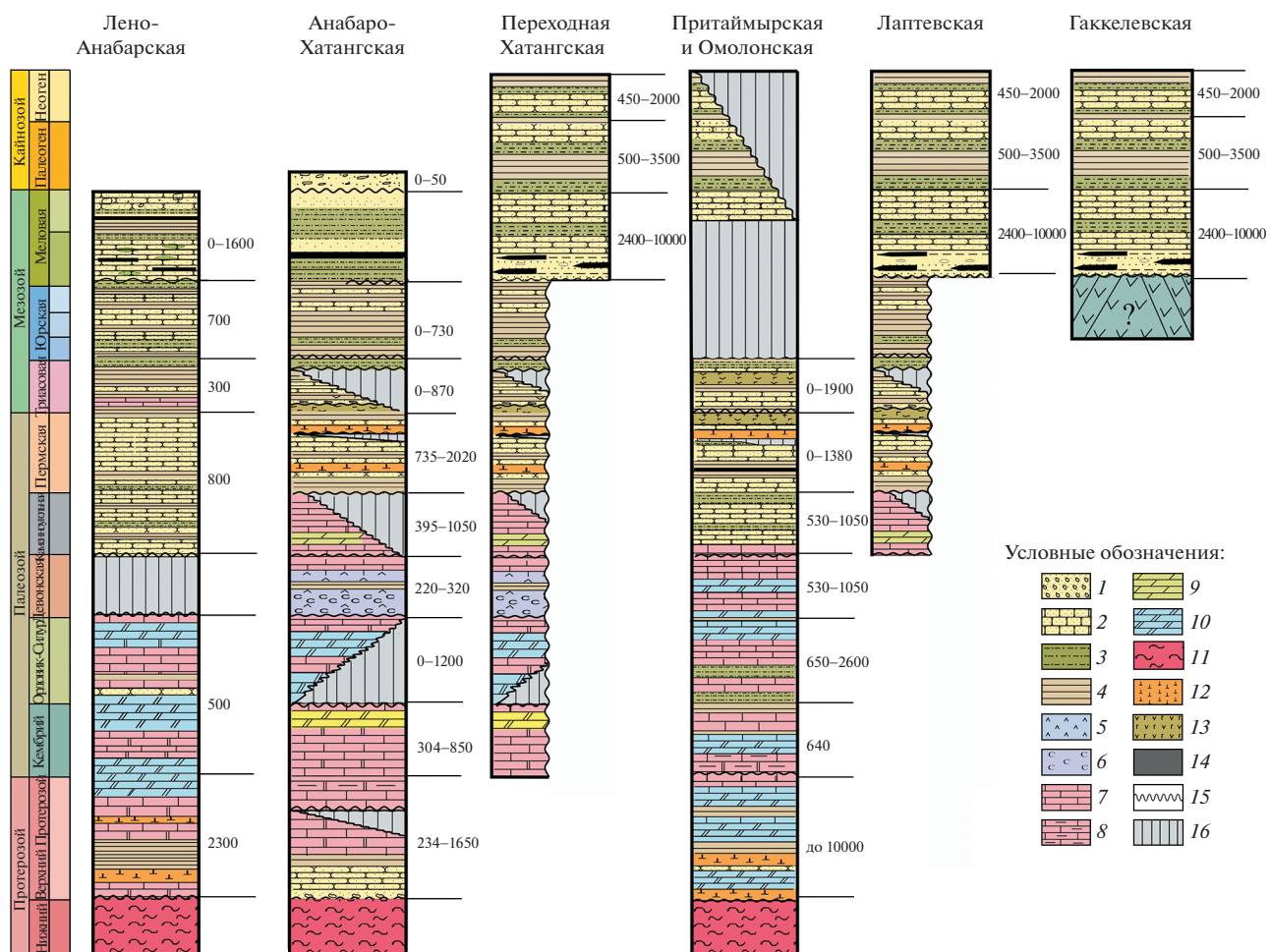


Рис. 8. Сводные литолого-стратиграфические разрезы структурно-формационных зон.

1 – пески, гравелиты; 2 – песчаник; 3 – алевролит; 4 – аргиллит, глины; 5 – ангидрит, гипс; 6 – соль; 7 – известняк; 8 – известняк глинистый; 9 – мергель; 10 – доломит; 11 – мигматит; 12 – пластовые интрузии и дайки долеритов; 13 – базальты, туффиты; 14 – уголь; 15 – региональные стратиграфические несогласия; 16 – отложения отсутствуют

основном прибрежно-морскими и континентальными терригенными, в том числе, угленосными формациями. Был сделан прогноз преимущественного развития на шельфе мелководно-морских песчано-глинистых образований, как и на пове Таймыр, так и на о. Котельный, но увеличенной мощности [23].

Верхнемеловой и палеоген–нижнемиоценовый терригенный комплекс (K_2-N_1)

Данный рифтогенный комплекс занимает большую часть площади Лаптевоморского бассейна. Общая мощность комплекса отложений достигает 5.5 км. Комплекс подстилается ниже-верхнемиоценовыми отложениями и перекрывает их с признаками размыва. Меловые отложения сложены конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями углей, меловые отложения Новосибирских островов име-

ют в своем составе также вулканиты различного состава и туфы. Палеогеновые отложения представлены переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов, редко с прослоями известняков и диатомитов.

Миоцен–четвертичный терригенный комплекс (N_2-Q)

Данный комплекс пострифтовой седиментации сложен терригенными толщами, представленными морскими и прибрежно-морскими песчано-глинистыми и глинистыми отложениями. В этом комплексе возможны качественные по фильтрационно-емкостным свойствам резервуары с литологическими и структурными, тектонически экранированными ловушками [31].

Новые, полученные нами сейсмические материалы и комплексная интерпретация сейсморазведочных данных, позволили выделить в строении

Лаптевоморского осадочного бассейна структурно-формационные зоны, которые имеют особенности литологического состава и характеризуются потенциальными нефтегазоносными комплексами (см. рис. 7, рис. 8).

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ КОМПЛЕКСЫ (ПНГК)

Прогноз и выделение перспективных нефтегазоносных комплексов (ПНГК) на шельфе моря Лаптевых основаны на результатах сейсмостратиграфических и сейсмогеологических исследований на акватории, а также на результатах бурения скважин в северной части Сибирской платформы. Мы выделили в зонах следующие перспективные нефтегазоносные комплексы:

- палеозойский (включая ниже-среднепалеозойский, верхнепалеозойский, и мезозойский под-комплексы, также может включать ниже-среднепалеозойский и верхнепалеозойский под-комплексы) в Хатангской, Притаймырской и Омолойской переходных зонах;

- мезозойский (включая палеоцен–эоценовый, олигоценый и миоценовый под-комплексы) в Лаптевской зоне;

- палеоцен–эоценовый (включая олигоценый и миоценовый под-комплексы) в Гаккелевской зоне.

Палеозойский ПНГК

Палеозойский ПНГК может включать два под-комплекса ниже-среднепалеозойский и верхнепалеозойский.

Ниже-среднепалеозойский под-комплекс. Ниже-среднепалеозойский под-комплекс представлен отложениями кембрия, ордовика, силура, девона и нижнего карбона. Вендские и кембрийские образования в его нижней части сложены выдержанными горизонтами конгломератов, гравелитов и песчаников, перекрываемых известняками, доломитами и мергелями. Обильные битумопроявления были отмечены в отложениях кембрийского возраста. Покрышкой для данного горизонта могут быть плотные, слабопроницаемые породы, встречающиеся от среднего кембрия до нижнего карбона.

Верхнепалеозойский под-комплекс представлен терригенными отложениями пермского возраста. Пермский нефтегазоносный комплекс (НГК) является региональным для севера Сибирской платформы. Содержит основную массу высоковязких нефтей на его платформенном крыле (северный склон Оленёкского поднятия). Основные резервуары связаны с терригенными горизонтами ниже- и верхнепермского возраста, представленными чередованием полимиктовых песчаников с

пачками алевро-аргиллитовых пород. Основным флюидоупором комплекса является пачка туффитов и аргиллитов индского и оленёкского ярусов нижнего триаса.

Мезозойский ПНГК

Мезозойский перспективный нефтегазоносный комплекс представлен отложениями юры и мела. Коллекторские свойства нижнеюрских песчаников благоприятны для скопления залежей нефти, содержат многочисленные проявления в виде пятен и капель нефти на севере Сибирской платформы и могут иметь поисковое значение на глубоко погруженных площадях в переходной Хатангской зоне моря Лаптевых [8].

Меловой под-комплекс. Меловой под-комплекс выделен в составе верхнемелового сейсмокомплекса. Отложения подкомплекса достигают в центрах депрессий моря Лаптевых мощности 7–10 км. Нижняя часть под-комплекса сложена грубообломочными терригенными угленосными формациями. Верхняя часть сейсмического под-комплекса представлена более тонким обломочным материалом таким, как песчаник, алевролит, в меньшей степени – глины.

Палеоцен–эоценовый ПНГК

Палеоцен–эоценовый перспективный нефтегазоносный комплекс выделен в составе палеоцен–эоценового сейсмо-комплекса. Мощность комплекса изменяется от 500–1000 м на юго-западе до 2500–3500 м на северо-востоке региона исследования. Состав пород комплекса предположительно является терригенным. В нижней части в зоне развития палеоцен–эоценового сейсмического комплекса преобладают глинистые породы. В структуре палеоцен–эоценовых перспективных нефтегазоносных комплексах, мы полагаем, могут быть обнаружены литологически экранированные ловушки, связанные с предполагаемыми дельтовыми отложениями.

Олигоценый под-комплекс. В объеме олигоценового перспективного нефтегазоносного под-комплекса формировались песчаники и алевролиты, которые могут рассматриваться как потенциальные коллекторские толщи. По результатам сейсмических исследований, толщи имеют регрессивно-трансгрессивный циклический тип разреза. В пределах таких типов разрезов, как правило, формируются пласты-коллекторы с удовлетворительными емкостными свойствами. Покрышки в циклических типах разрезов чаще всего имеют локальный, реже – зональный характер.

Миоценовый под-комплекс. Данный под-комплекс выделен в объеме миоценового сейсмокомплекса. Предположительно комплекс сложен терригенными песчано-глинисто-алевритовыми

породами. Большая роль здесь принадлежит глинистым отложениям, которые могут рассматриваться как флюидоупоры для коллекторов ниже лежащего палеоцен—эоценового перспективного нефтегазоносного комплекса.

В связи с тем, что кайнозойский этап дельтового заполнения котловины Лаптевоморского бассейна происходил на фоне продолжающегося горизонтального растяжения в субширотном направлении, что привело к формированию грабенного строения всех бортовых зон и, возможно, не создало дополнительные ловушки для углеводородов, но и нарушило, возможные — крупные, сводовые структуры. Поэтому, мы полагаем, наиболее перспективными для исследования нефтегазоносности, являются самые южные районы моря Лаптевых — Хатангская, Притаймырская и Омолойская зоны, удаленные от рифта хребта Гаккеля и в которых кайнозойские дельтовые резервуары сочленяются со ступенчато нарушенными верхнепалеозойско—мезозойскими блоками. Наименее перспективна Гаккелевская зона, расположенная в наиболее глубокой части моря Лаптевых.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ШЕЛЬФА МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

Ранее были разработаны и используются две реконструкции геологического строения шельфа моря Лаптевых:

— реконструкция включает древний осадочный чехол (рифейско—среднепалеозойский, верхнепалеозойско—мезозойский) и верхнемеловой—кайнозойский осадочный чехол, подстилаемый нормальным или нарушенным архейско—протерозойским континентальным фундаментом [19, 20];

— реконструкция включает молодой осадочный чехол (верхнемеловой—кайнозойский), подстилаемый позднекимерийским фундаментом Верхояно-Колымской складчатой системы, при этом на севере и в Усть-Ленском и Омолойском рифтах осадочный чехол подстилается океанической корой (спрединг-модель) [4, 7, 15, 40].

В нашем моделировании данные реконструкции реализуются в разных частях моря Лаптевых, поэтому мы провели районирование всей акватории.

Традиционные тектонические подходы, основанные на районировании по возрасту фундамента, дают сложный трудно воспринимаемый коллаж тектонических элементов. Наиболее применимым для сравнительного тектонического и нефтегазогеологического анализа является выделение в разрезе крупных тектоно-седиментационных циклов, разделенных структурными несогласиями и перерывами в осадконакоплении.

В разработанной нами структурной модели установлена композиция структурно-формационных комплексов в составе осадочного чехла отдельных районов шельфа моря Лаптевых.

Главными тектоническими элементами моря Лаптевых являются хребет Гаккеля, продолжающий северную часть Срединно-Атлантического хребта, и Лаптевоморская рифтовая система. Лаптевоморская рифтовая система является связующим звеном между срединно-океаническим хребтом Гаккеля и континентальным Момским рифтом внутри крупной Верхоянской складчатой системы [4, 7]. Верхоянская и Южно-Таймырская складчатые системы испытали новейшее глобальное растяжение. В целом, западный субширотный триасовый рифт Енисей—Хатанги образует зону тройного сочленения с кайнозойскими рифтами Гаккеля и Момским. В более древнем Енисей-Хатангском рифте процесс растяжения продолжается и в настоящее время.

Основной объем >70% Лаптевоморского бассейна занимает верхний кайнозойский этаж пород терригенной седиментации, с локально распространенным в основании осадочного чехла верхнемеловым—палеоценовым комплексом мелководных морских отложений. Разрезы данного комплекса расположены в пределах, ограничивающих Лаптевоморский бассейн Таймырского блока на западе и Котельнического террейна на востоке [26]. Таймырский и Котельнический террейны образуют формационно близкие триасово—палеозойские блоки, незначительно перекрытые юрско—нижнемеловой толщей переходного к разрезам кайнозойской Лаптевоморской бассейновой седиментации.

Южную прибрежную зону Лаптевоморского бассейна составляет пассивная окраина Сибирской платформы с мощным (до 5 км) чехлом мезозойских преимущественно терригенных отложений и подстилающих венд—палеозойских карбонатно-терригенных метаморфизованных отложений.

Северная глубоководная часть Лаптевоморского бассейна, по данным сейсмозаписи и выделяемых отражающих горизонтов, отличается постепенным сокращением мощности кайнозойского этажа, залегающего в структурно-формационной Гаккелевской зоне на вулканиках океанической коры (см. рис. 3).

Центральная часть Лаптевоморского бассейна перекрыта мощным осадочным чехлом дельтового происхождения. Возможно, именно этот мощный дельтовый привнос терригенного материала замедлил спрединг рифта хребта Гаккеля [36].

Региональные геодинамические реконструкции обычно сопровождаются существенными перемещениями палеоконтинентов, однако, при интерпретации региональных сейсмических про-

филей мы используем общий режим развития региона исследования в до пермо–триасовое (точнее – в дооленекское) время. Палеозойские формации и общие крупные перерывы и перестройки п-ова Таймыр, севера Сибирской платформы и островов Анжу свидетельствуют об их едином геотектоническом развитии. Единое геологическое строение о. Котельный и восточного окончания п-ова Таймыр свидетельствует о разрыве единой структуры, которая слагала о. Котельный и п-ов Таймыр, в результате континентального дрейфа (дрифта) блока островов Анжу на восток примерно на 300 км.

Первым критерием в разработанной нами структурной модели и основным структурообразующим процессом для районирования признается глобальный спрединг на севере региона с разрывом коры, которая имеет три типа:

- континентальный (Притаймырская, Переходная Хатангская и Омолойская зоны);
- переходный (Лаптевская зона);
- океанический (Гаккелевская зона).

Вторым критерием для модели районирования является определение набора структурно-формационных комплексов в осадочном чехле на основе региональных несогласий – подошва мел–кайнозойского рифтового этажа, подошва мезозойского синеклизного этажа, триасового рифтового этажа, подошва платформенного этажа (см. рис. 6).

Набор структурно-формационных комплексов дает полную картину строения отдельного этажа со своими особенностями тектоники, литологии и нефтегазоносности.

Третий критерий для моделирования – это континентальный склон, который является границей разрыва континентальной коры. Он также полностью контролирует развитие и распространение дельтовых комплексов.

Четвертый критерий – учет горизонтального разрыва структурно-формационных комплексов, вызванный спредингом в зоне тройного сочленения Енисей-Хатангского, Гаккеля, Момского рифтов.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные новые сейсмические материалы и комплексная интерпретация сейсморазведочных данных позволили выделить в строении Лаптевоморского осадочного бассейна структурно-формационные зоны, в которые входят структурно-формационные комплексы, а зоны обладают характеристиками потенциальной нефтегазоносности палеозойско–мезозойских и позднемеловых–кайнозойских отложений (см. рис. 7, см. рис. 8). Нами были выделены следующие структурно-формационные зоны шельфа моря Лапте-

вых – Притаймырская, Гаккелевская, Лаптевская, Переходная Хатангская, Омолойская зоны.

Притаймырская зона (расположена в северо-западной части Лаптевоморского шельфа) и Омолойская зона (расположена в восточной части Лаптевоморского шельфа) включают следующие комплексы:

- нижне-среднепалеозойский карбонатный комплекс (PZ₁₋₂);
- верхнепалеозойский терригенный комплекс (PZ₃);
- верхнепермско–нижнетриасовый терригенно-вулканогенный комплекс (P₃–T₁);
- мезозойский шельфовый угленосный (T₂–J–K₁) с маломощным чехлом мел–кайнозой.

В Лаптевской зоне чехол образуют верхнемеловой и палеоген–нижнемиоценовый терригенный (K₂–N₁), миоцен–четвертичный терригенный (N₂–Q) комплексы, которые подстилаются промежуточным структурным этажом, представляющим собой в различной степени нарушенные рифтовыми сбросами палеозой–мезозойские отложения. Гаккелевская зона, расположенная в северной части Лаптевоморского бассейна, имеет океанический фундамент, чехол образуют верхнемеловой и палеоген–нижнемиоценовый терригенный (K₂–N₁), миоцен–четвертичный терригенный (N₂–Q) комплексы. Переходная Хатангская зона, расположенная в юго-западной части Лаптевоморского шельфа, включает следующие комплексы:

- нижне-среднепалеозойский карбонатный комплекс (PZ₁₋₂);
- верхнепалеозойский терригенный комплекс (PZ₃);
- верхнепермско–нижнетриасовый терригенно-вулканогенный комплекс (P₃–T₁);
- мезозойский шельфовый угленосный (T₂–J–K₁);
- верхнемеловой и палеоген–нижнемиоценовый терригенный (K₂–N₁);
- миоцен–четвертичный терригенный (N₂–Q).

Для каждой структурно-формационной зоны шельфа моря Лаптевых составлены сводные литолого-стратиграфические разрезы (см. рис. 8).

Для сравнительного тектонического и нефтегазогеологического анализа шельфа моря Лаптевых применено выделение в разрезе крупных тектоно-седиментационных циклов и определено положение композиции структурно-формационных комплексов в составе осадочного чехла отдельных районов шельфа моря Лаптевых.

Проведенные исследования показали, что осадочный разрез моря Лаптевых имеет строение с разным сочетанием структурно-формационных

комплексов с различным литолого-формационным составом. В составе осадочного чехла шельфа моря Лаптевых по результатам комплексной интерпретации сейсмических профилей выделены шесть структурно-формационных комплексов (см. рис. 6):

- ниже-среднепалеозойский карбонатный (PZ₁₋₂);
- верхнепалеозойский терригенный (PZ₃);
- верхнепермско–нижнетриасовый терригенно-вулканогенный (P₃–T₁);
- мезозойский шельфовый угленосный (T₂–J–K₁);
- верхнемеловой–палеоген–нижнемиоценовый терригенный (K₂–N₁);
- миоцен–четвертичный терригенный (N₂–Q).

При изучении распространения структурно-формационных комплексов на шельфе моря Лаптевых определено следующее:

- В северо-западной и восточной части Лаптевоморского шельфа распространены следующие комплексы:

- ниже-среднепалеозойский карбонатный (PZ₁₋₂);
- верхнепалеозойский терригенный (PZ₃);
- верхнепермско–нижнетриасовый терригенно-вулканогенный (P₃–T₁);
- мезозойский шельфовый угленосный (T₂–J–K₁) с маломощным чехлом мел–кайнозойских отложений.

- В центральной части Лаптевоморского шельфа чехол образуют верхнемеловой и палеоген–нижнемиоценовый терригенный (K₂–N₁) и миоцен–четвертичный терригенный (N₂–Q) комплексы, которые подстилаются промежуточным структурным этажом, представляющим собой палеозой–мезозойские отложения, в различной степени нарушенные рифтовыми сбросами;

- В северной части Лаптевоморского бассейна океанический фундамент, чехол образуют верхнемеловой и палеоген–нижнемиоценовый терригенный (K₂–N₁), миоцен–четвертичный терригенный (N₂–Q) комплексы.

- В юго-западной части Лаптевоморского шельфа выделены следующие комплексы:

- ниже-среднепалеозойский карбонатный (PZ₁₋₂);
- верхнепалеозойский терригенный (PZ₃);
- верхнепермско–нижнетриасовый терригенно-вулканогенный (P₃–T₁);
- мезозойский шельфовый угленосный (T₂–J–K₁);

- верхнемеловой и палеоген–нижнемиоценовый терригенный (K₂–N₁);

- миоцен–четвертичный терригенный (N₂–Q).

Такая существенная изменчивость состава осадочного чехла возникла в связи с тем, что Притаймырский, Хатангский и Омолойский бассейны моря Лаптевых соседствуют с палеозойским метаморфическим комплексом Восточного Таймыра, палеозойско–мезозойскими комплексами Анабаро–Хатангской седловины, Лено–Анабарским бассейном Сибирской платформы и с мощным палеозойско–триасовым окраинно-континентальным складчатым Верхоянским поясом. Как показали наши данные по результатам проведенных работ на шельфе в Омолойском бассейне Верхоянский складчатый пояс может быть не метаморфическим, а осадочным с сохранением углеводородных систем. Близкое к тектонически различающимся структурам положение осадочного чехла приконтинентальных зон моря Лаптевых привело к развитию особенностей геологического развития осадочного чехла.

Генетическое разнообразие структур и структурно-формационных комплексов моря Лаптевых хорошо пролеживается во всей Циркум-Арктической зоне и делает возможными аналогии моря Лаптевых с нефтегазоносными шельфовыми зонами п-ова Аляска и дельты р. Маккензи. В этом отношении мористая часть дельты р. Лены является наиболее перспективной, поскольку в дельте происходит последовательное замещение палеозойских комплексов пермо–триасово–юрскими и далее, в море – кайнозойскими комплексами, что аналогично классическому разрезу газонефтяного месторождения открытого в 1968 г. близ поселения Прадхо-Бей на Аляске в США. Месторождение Прадхо-Бей расположено в заливе Прадхо моря Бофорта, в 320 км к востоку от мыса Барроу, залежи на глубине 0.75–3.2 км, месторождение входит в нефтегазоносный бассейн Северного клона Аляски [47].

Изучение истории развития региона и распространения структурно-формационных комплексов позволили выделить структурно-формационные зоны моря Лаптевых: Притаймырская, Гаккелевская, Лаптевская, Переходная Хатангская, Омолойская.

Для оценки ресурсного потенциала осадочного бассейна, определения направлений геолого-разведочных работ основными факторами являются мощность, структура и формационный состав осадочного чехла. Поэтому выполненное структурно-формационное районирование Лаптевоморского бассейна предлагается в качестве базового для дальнейшего уточнения нефтегазогеологического районирования и главным основанием для разработки рекомендаций по плани-

рованию дальнейших геологоразведочных работ на шельфе моря Лаптевых.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных работ по обобщению всех имеющихся геолого-геофизических данных, а также по материалам геологических съемок материкового и островного обрамления шельфа моря Лаптевых, данных бурения глубоких скважин на севере Сибирской платформы, мы пришли к следующим выводам.

1. В геологической истории шельфа моря Лаптевых установлены этапы развития, в течение которых формировались соответствующие структурно-формационные и перспективные нефтегазоносные комплексы:

- платформенный (ранне-среднепалеозойский);
- окраинно-континентальный (позднепалеозойский);
- рифтовый (позднепермско–раннетриасовый);
- синеклизный (юрско–неокомский);
- рифтовый (позднемеловой–палеоген–нижнемиоценовый);
- пост-рифтовый (миоцен–четвертичный).

2. На основе проведенных исследований выполнено структурно-формационное районирование акватории моря Лаптевых и выделено пять структурно-формационных зон:

- Притаймырская (северо-западная часть шельфа моря Лаптевых);
- Лаптевская (центральная часть моря Лаптевых);
- Гаккелевская (в северной части моря Лаптевых);
- Омолойская (восточная часть моря Лаптевых);
- переходная Хатангская (юго-западная часть моря Лаптевых).

3. В пределах выделенных структурно-формационных зон установлены структурно-формационные комплексы.

В разрезе осадочного чехла Притаймырской и Омолойской зон установлены комплексы с мало-мощным чехлом мел–кайнозойских отложений:

- нижне-среднепалеозойский карбонатный (PZ₁₋₂);
- верхнепалеозойский терригенный (PZ₃);
- верхнепермско–нижнетриасовый терригенно-вулканогенный комплекс (P₃–T₁);
- мезозойский шельфовый угленосный (T₂–J–K₁).

В Лаптевской зоне чехол образуют:

- верхнемеловой–палеоген–нижнемиоценовый терригенный (K₂–N₁);

- миоцен–четвертичный терригенный (N₂–Q) комплексы.

Данные комплексы подстилаются промежуточным структурным этажом, представляющим собой палеозой–мезозойские отложения, нарушенные рифтовыми сбросами.

Гаккелевская зона имеет океанический фундамент, чехол образуют следующие комплексы:

- верхнемеловой–палеоген–нижнемиоценовый терригенный (K₂–N₁);
- миоцен–четвертичный терригенный (N₂–Q).

Переходная Хатангская зона включает комплексы:

- нижне-среднепалеозойский карбонатный комплекс (PZ₁₋₂);
- верхнепалеозойский терригенный комплекс (PZ₃);
- верхнепермско–нижнетриасовый терригенно-вулканогенный комплекс (P₃–T₁);
- мезозойский шельфовый угленосный (T₂–J–K₁);
- верхнемеловой–палеоген–нижнемиоценовый терригенный (K₂–N₁);
- миоцен–четвертичный терригенный (N₂–Q).

4. Установлены перспективные нефтегазоносные комплексы (ПНГК) в следующих структурно-формационных зонах:

- палеозойский и мезозойский ПНГК в разрезе Притаймырской и Омолойской зонах;
- палеозойский, мезозойский, палеоцен–эоценовый, олигоценный, миоценовый ПНГК в переходной Хатангской зоне;
- мезозойский, палеоцен–эоценовый, олигоценный, миоценовый ПНГК в разрезе Лаптевской зоны;
- палеоцен–эоценовый, олигоценный, миоценовый ПНГК в разрезе Гаккелевской зоны.

5. Проведенное исследование и разработанная нами структурная модель может послужить основой для дальнейшего поиска новых месторождений нефти и газа и планирования геологоразведочных работ на шельфе моря Лаптевых.

6. Рифтовое строение дна моря Лаптевых свидетельствует о том, что глобальный спрединг хребта Гаккеля как структуры Срединно-Атлантического рифта продолжается и на континент.

Благодарности: Авторы выражают глубокую благодарность генеральному директору ФГБУ “ВНИГНИ” к.г.-м.н. П.Н. Мельникову (ВНИГНИ, г. Москва, Россия) и первому заместителю генерального директора АО “Росгеология” д.г.-м.н. А.П. Афанасенкову (Росгеология, г. Москва, Россия) за предоставленную возможность использования фактического материала комплексных геолого-геофизических исследований АО “Росгео-

логия” (АО “Южморгеология”, АО “СМНГ”) и АО “МАГЭ”.

Авторы выражают благодарность специалистам С.И. Шкарубо, Т.А. Кирилловой, В.В. Шлыковой, Е.А. Фоминой (АО “МАГЭ”, г. Мурманск, Россия), Е.А. Васильевой, Е.П. Петрушиной (АО “СМНГ”, г. Мурманск, Россия), А.С. Горшковой С.В. Прокопцевой (АО “Южморгеология”, г. Геленджик, Россия), О.И. Супруненко, А.А. Черных, А.О. Алексеевой (ФГБУ “ВНИИОкеангеология”, г. Санкт-Петербург, Россия), проводившим комплексные геолого-геофизические исследования на шельфе моря Лаптевых.

Авторы благодарны анонимным рецензентам за полезные комментарии и признательны редактору за тщательное редактирование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасенков А.П., Обухов А.Н., Чикишев А.А., Шайдаков В.А., Бордюг А.В., Каламбаров С.Л. О тектонике северного обрамления Сибирской платформы по результатам комплексного анализа геолого-геофизических данных // Геология нефти и газа. 2018. № 1. С. 7–27.
2. Афанасенков А.П., Никишин А.М., Унгер А.В., Бордюнов С.И., Луговая О.В., Чикишев А.А., Яковичина Е.В. Тектоника и этапы геологической истории Енисей-Хатангского бассейна и сопряженного Таймырского орогена // Геотектоника. 2016. № 2. С. 23–42.
3. Богданов Н.А., Хаин В.Е., Шипилов Э.В. Система кайнозойских рифтов Восточной Арктики и ее возможное значение // ДАН. 1995. Т. 345. № 1. С. 84–86.
4. Васильева Е.А. Тектоническое строение зоны сочленения Лаптевоморского шельфа и Сибирской плиты (по данным сейсморазведочных работ МОВ ОГТ 2Д 2013–2014 гг.). – *Geomodel 2016*. – 10-ая конф. ЕАГЭ Санкт-Петербург, 11–14 апреля 2016 г. – (Спб.: ВИМС, 2016. Тез. докл.), 525 с.
5. Васильева Е.А. Геологическое строение зоны сочленения Лаптевоморского шельфа и Сибирской плиты // Разведка и охрана недр. 2016. № 12. С. 12–17.
6. Верниковский В.А., Добрецов Н.Л. Геодинамическая эволюция Северного Ледовитого океана и современные проблемы в геологических исследованиях Арктики // Вестн. РАН. 2015. Т. 85. № 5–6. С. 412–419.
7. Грамберг И.С. Система рифтогенных грабенов шельфа моря Лаптевых как недостающего звена рифтового пояса хребта Гаккеля-Момского рифта // Докл. АН СССР. 1990. Т. 311. № 3. С. 689–694.
8. Грушевская О.В., Уварова И.В. Анализ нефтегазоматеринских толщ юго-западной части шельфа моря Лаптевых и северной части Сибирской платформы // Вестн. ПермГУ. Сер. Геол. 2020. № 7. С. 34–44.
9. Грамберг И.С., Иванов В.Л., Орлов В.П., Погребницкий Ю.Е. Геология и полезные ископаемые России. – В кн.: *Арктические и Дальневосточные моря*. Т. 5 – *Арктические моря*. Кн. 1 – Под ред. И.С. Грамберга, В.Л. Иванова, Ю.Е. Погребницкого – СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. 468 с.
10. Дараган-Суцова Л.А., Петров О.В., Дараган-Суцзов Ю.И., Рукавишников Д.Д. Новый взгляд на геологическое строение осадочного чехла моря Лаптевых // Региональная геология и металлогения. 2010. № 41. С. 5–17.
11. Драчев С.С. Тектоника рифтовой системы дна моря Лаптевых // Геотектоника. 2000. № 6. С. 43–58.
12. Дзюбло А.Д. Нефтегазоносность и геолого-геофизические модели шельфа Российской Арктики и Дальнего Востока. – М.: НИУ, 2018. С. 221–223.
13. Захаров В.А., Ким Б.М., Рогов М.А. О возможном распространении верхнеюрских и нижнемеловых отложений на шельфе моря Лаптевых и перспективах их нефтегазоносности // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2013. № 5. С. 36–55.
14. Казаис В.И. Новая тектоническая модель северо-западной части Сибирской платформы по данным геофизического моделирования (технология СГММ) // Геология нефти и газа. 2006. № 5. С. 52–60.
15. Кириллова-Покровская Т.А. Разработка актуализированной геологической модели моря Лаптевых и сопредельных глубоководных зон для уточнения оценки его углеводородного потенциала // Разведка и охрана недр. 2017. № 10. С. 30–38.
16. Ким Б.И., Евдокимова Н.К., Супруненко О.И. и др. Нефтегеологическое районирование шельфа восточно-арктических морей России и перспективы их нефтегазоносности // Геология нефти и газа. 2007. № 2. С. 49–58.
17. Конторович В.А., Калинин А.Ю., Калинина Л.М., Соловьев М.В. Геологическое строение и сейсмогеологическая характеристика континентальной окраины Сибирской платформы и шельфа моря Лаптевых // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2020. Т. 15. № 4. С. 1–8.
18. Конторович В.А., Конторович А.Э., Моисеев С.А., Соловьев М.В. Структурно-тектоническая характеристика Лено-Анабарского региона // Геология нефти и газа. 2014. № 1. С. 76–84.
19. Конторович В.А., Калинин А.Ю., Калинина Л.М., Соловьев М.В. Сейсмогеологические модели и нефтегазоносность осадочных комплексов в арктических регионах Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции (Анабаро-Хатангская, Лено-Анабарская НГО) // Геология нефти и газа. 2019. № 5. С. 15–26.
20. Конторович В.А., Конторович А.Э., Губин В.А., Зотеев А.М., Лапковский В.В., Малышев Н.А., Соловьев М.В., Фрадкин Г.С. Структурно-тектоническая характеристика и модель геологического строения неопротерозойско-фанерозойских отложений Анабаро-Ленской зоны // Геология и геофизика. 2013. № 8. Т. 54. С. 1253–1274.
21. Коско М.К., Бондаренко Н.С., Непомилуев В.Ф. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1 : 200000. – Серия Новосибирские острова. – Листы Т-54-XXXI, XXXII, XXXIII; S-53-IV, V, VI; S-53-XI, XII; S-54-I, II, III; S-54-VII, VIII, IX, XIII, XIV, XV. – Объяснительная записка. – М.: Севморгеология, 1985. 162 с.
22. Малышев Н.А., Никишин А.М., Драчев С.С. Тектоническая история осадочных бассейнов россий-

- ских арктических шельфов и сопредельной суши. — В кн.: *Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя*. — М.: ГЕОС, 2010. Т. 2. С. 19–23.
23. *Малышев Н.А., Бородулин А.А., Обметко В.В., Барина Е.М., Ихсанов Б.И.* Формирование УВ-систем и прогноз нефтегазоносности шельфа моря Лаптевых. — Мат-лы конф. “*Нефть и газ арктического шельфа*”. — Мурманский морской биологический институт, Мурманск, 12–14 ноября, 2008 г. — Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2008. С. 32–37.
 24. *Мельников П.Н., Скворцов М.Б., Кравченко М.Н., Агаджанянц И.Г., Грушевская О.В., Уварова И.В.* Итоги геологоразведочных работ на Арктическом шельфе России в период с 2014–2019 гг. и перспективы проведения работ на ближайшее время // *Геология нефти и газа*. 2019. № 6. С. 33–46.
 25. *Никитин Б.А., Дзюбло А.Д.* Перспективы освоения газовых ресурсов шельфа Арктических морей // *Вестн. газовой науки*. 2017. № 4. С. 15–24.
 26. *Полякова И.Д., Борукаев Г.Ч.* Прогноз нефтегазоносности Лаптевского шельфа // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. 2015. № 1. т. 10. С. 1–18.
 27. *Петровская Н.А., Савишкина М.А.* Сопоставление сейсмокомплексов и основных несогласий в осадочном чехле шельфа Восточной Арктики // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. 2014. Т. 9. № 3. С. 1–26.
 28. *Пронкин А.П., Савченко В.И., Ступакова А.В., Филиппов Ю.А., Шумский Б.В., Юбков М., Перетолчин К.А., Прокопцева С.В.* Новые данные о геологическом строении и нефтегазоносности Хатангской мезовпадины и сопредельной акватории моря Лаптевых // *Природные ресурсы Красноярского края*. 2014. № 23. С. 57–62.
 29. *Проскурнин В.Ф., Шкарубо С.И., Заварзина Г.А., Нагайцева Н.Н. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). — Серия Лаптево-Сибироморская. — Лист S-50. — Усть-Оленёк. — Объяснительная записка. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2017. С. 31–49.
 30. *Проскурнин В.Ф., Шкарубо С.И., Заварзина Г.А., Большианов Д.Ю., Васильев Б.С. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). — Серия Лаптево-Сибироморская. — Лист S-51, 52. — Оленёкский залив — дельта р. Лена. — Объяснительная записка. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2014. С. 5–33.
 31. *Санникова И.А., Ступакова А.В., Сауткин Р.С.* Анализ палеозойских и мезо-кайнозойских углеводородных систем бассейнов Арктической окраины Восточно-Сибирской платформы. — В кн.: *Новые идеи в геологии нефти и газа-2017*. — Под ред. А.В. Ступакова — М.: Перо, 2017. С. 300–303.
 32. *Скворцов М.Б., Дзюбло А.Д., Грушевская О.В., Кравченко М.Н., Уварова И.В.* Качественная и количественная оценка перспектив нефтегазоносности шельфа моря Лаптевых // *Геология нефти и газа*. 2020. № 2. С. 34–44.
 33. *Старосельцев В.С.* Тектоническое и нефтегазогеологическое районирование южного побережья и прилегающего шельфа моря Лаптевых // *Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири*. 2012. Т. 11. № 3. С. 32–37.
 34. *Ступакова А.В., Бордунов С.И., Сауткин Р.С., Сусллова А.А., Перетолчин К.А., Сидоренко С.А.* Нефтегазоносные бассейны Российской Арктики // *Геология нефти и газа*. 2013. № 3. С. 30–47.
 35. *Тектоническая карта Арктики*. — Под ред. О.В. Петрова, М. Пубелье — (ВСЕГЕИ/CGMW) — СПб.: ВСЕГЕИ, 2019. 72 с.
 36. *Черных А.А., Гольмиток А.Я.* Грави-термическая модель прилаптевоморского окончания Евразийского бассейна // *Вопросы геофизики*. 2009. № 41. С. 62–79. (Уч. Зап. СПбГУ. 2009. Вып. 41).
 37. *Шкарубо С.И., Заварзина Г.А.* Стратиграфия и характеристика сейсмических комплексов осадочного чехла западной части шельфа моря Лаптевых // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. 2011. Т. 6. № 2. С. 1–21.
 38. *Backman J., Jakobsson M., Frank M. et al.* Age model and core-seismic integration for the Cenozoic Arctic Coring Expedition sediments from the Lomonosov Ridge // *Paleoceanography*. 2008. Vol. 23. No. 1. P. 1–15.
 39. *Drachev S.S.* Laptev Sea: The NAD drill Sites // *The Nansen Icebreaker (A newsletter from the Nansen Arctic Drilling Program)*. 1994. Vol. 1. No. 6. P. 7–11.
 40. *Drachev S.S.* Tectonic setting, structure and petroleum geology of the Siberian Arctic offshore sedimentary basins. — Ed. by Spencer A.M et al., (Geol. Soc. Mem. London. 2011. Ch. 25), P. 369–394.
 41. *Drachev S.S., Malyshev N.A., Nikishin A.M.* Tectonic history and petroleum geology of the Russian Arctic Shelves: An overview // *Petrol. Geol. Conf. Series*. 2010. Vol. 7. P. 591–619.
 42. *Drachev S.S., Shkarubo S.I.* Tectonics of the Laptev Shelf, Siberian Arctic // *GSA Spec. Publ.* 2017. Vol. 460. No. 1. P. 263–283.
 43. *Franke D., Hinz K., Oncken O.* The Laptev Sea Rift // *Marin. Petrol. Geol.* 2001. Vol. 18. No. 10. P. 1083–1127.
 44. *Franke D., Hinz K., Oncken O.* The Laptev Sea Rift // *Marin. Petrol. Geol.* 2001. Vol. 18. No. 10. P. 1083–112.
 45. *Klett T.R., Pitman J.K.* Geology and assessment of undiscovered oil and gas resources of the Northwest Laptev Sea Shelf Province. — In: *The 2008 Circum-Arctic Resource Appraisal*, — Ed. by Thomas E. Moore, (U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. No. 1824. 2017. Ch. S), P. 1–13.
 46. *Nikishin A.M., Malyshev N.A., Petrov E.I.* Geological structure and history of the Arctic Ocean. — Ed. by D.B. Houten, (EAGE Publ., The Netherlands. 2014), P. 88–88.
 47. *Nikishin A.M., Petrov E.I., Malyshev N.A., Ershova V.P.* Rift systems of the Russian Eastern Arctic shelf and Arctic deep water basins: link between geological history and geodynamics // *Geodynam. Tectonophys.* 2017. Vol. 8. No. 8. P. 11–42.
 48. *Nikishin A.M., Ziegler P.A., Abbott D., Brunet M-F, Cloetingh S.* Permo-Triassic intraplate magmatism and rifting in Eurasia: implications for mantle plumes and mantle dynamics // *Tectonophysics*. 2002. Vol. 351. No. 2. P. 3–3.
 49. *Piskarev A., Poselov V., Kaminsky V.* Geologic structures of the Arctic Basin. — NY: Springer, 2019. 380 p.

Structural-Formational Zoning of the Laptev Sea Shelf (Eastern Arctic)

A. D. Dzyublo^a, O. V. Grushevskaya^{b, *}, A. N. Obukhov^b, A. Y. Makarova^a

^aGubkin Russian State University of Oil and Gas (National University), bld. 65, Leninskiy Prosp., 119991 Moscow, Russia

^bAll-Russian Geological Research and Development Oil Institute, bld. 36, Sh. Entuziastov, 105118 Moscow, Russia

*e-mail: grushevskaya@vnigni.ru

In our research, the structural-formational zoning of the Laptev Sea shelf (Eastern Arctic) was performed, and description of the Taimyr (northwestern part of the Laptev Sea), Laptev (central part of the Laptev Sea), Gakkel (northern part of the Laptev Sea), Omoloy (eastern part of the Laptev Sea) and transitional Khatanga (southwestern part of the Laptev Sea) structural-formational zones, and the seismostratigraphic characteristics of the Laptev Sea shelf were given as well. Based on the data obtained, regional unconformities and interruptions in sedimentation were revealed. The main geological stages of evolution of the study region were identified as follows: platform (Early-Middle Paleozoic), marginal–continental (Late Paleozoic), rift (Late Permian-Early Triassic), syncline (Jurassic-Neocomian), rift (Late Cretaceous-Paleogene)–Early Miocene, post-rift (Miocene–Quaternary). During these stages, structural-formation and promising oil and gas complexes were being formed. As a result of the analysis, the proposed promising oil and gas complexes were identified in the sections of the Pritaymyr and Omoloy zones – Paleozoic and Mesozoic (I); the Khatanga transition zone – Paleozoic, Mesozoic, Paleocene–Eocene, Oligocene and Miocene (II), the Laptev zone – Mesozoic, Paleocene–Eocene, Oligocene and Miocene (III), the Gakkel zone – Paleocene–Eocene, Oligocene and Miocene (IV). The structural and formation zoning of the Laptev Sea shelf was carried out to clarify and plan geological exploration.

Keywords: structural-formational zoning, structural-formational complexes, the Laptev Sea rift system, basement, the Laptev Sea shelf, prospective oil and gas bearing complexes, seismostratigraphic characteristics, reconstruction, the Gakkel Ridge rift