

УДК 551.24:553.98(268.53)

Андиева Т.А.

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ И ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

Анализ геолого-геофизической информации показывает необоснованность длительно существующей точки зрения о наличии древнего платформенного блока на большей части моря Лаптевых. Имеющиеся данные, прежде всего результаты сейсмопрофилирования МОГТ, наиболее представительными из которых являются построения BGR, свидетельствуют о позднекиммерийском фундаменте и о накоплении перекрывающего его кайнозойского чехла в рифтогенных прогибах.

Лаптевоморский шельф, находящийся на континентальной окраине, к которой ортогонально подходит ось спрединга Евразийского суббассейна, имеет типичное для торцевых окраин строение. Как и на окраинах-аналогах, он содержит главный осевой рифт, ориентированный поперечно к континентальному склону, - Лаптевский мегарифт, имеющий внутренние грабены и горсты и террасированные борта. Морфология осадочного выполнения осевых рифтов определяется широким развитием листрических сбросов. Главной структурной формой являются связанные со сбросами запрокинутые моноклиналильные блоки, образующие протяженные ступени на бортах и в глубоких частях рифтов. К моноклиналильным ловушкам на таких ступенях приурочено большинство месторождений УВ на окраинах-аналогах. В бассейнах, содержащих пластичные толщи, широко развиты также антиклинали, связанные с диапиризмом; наличие глиняных диапиров возможно в Лаптевском мегарифте.

Оценка перспектив нефтегазоносности лаптевоморского шельфа до настоящего времени осуществлялась на основе «платформенного» постулата. Изменение этих представлений требует пересмотра основ прогнозирования с учетом закономерностей распределения месторождений в НГБ торцевых окраин-аналогов.

Ключевые слова: *торцевая континентальная окраина, структуры обрамления, окраины-аналоги, Лаптевский мегарифт, региональные несогласия, листрические сбросы, моноклиналильные ловушки, диапиризм.*

Море Лаптевых находится на северной пассивной окраине Евразии, в районе центриклинального замыкания Евразийского суббассейна Северного Ледовитого океана. Действующий срединно-океанический хребет Гаккеля и разделяемые им океанические котловины Нансена и Амундсена, подходя ортогонально к континентальному склону, образуют торцевое сочленение с краем континента (рис. 1). Раскрытие суббассейна в раннем кайнозое сопровождалось отколом от Евразии микроконтинента хребта Ломоносова. Предполагается, что его смещение относительно края континента происходило по Северному трансформному разлому (разлом Чарли по А. Гранцу, Хатангско-Ломоносовская зона разломов по Э.В. Шипилову).

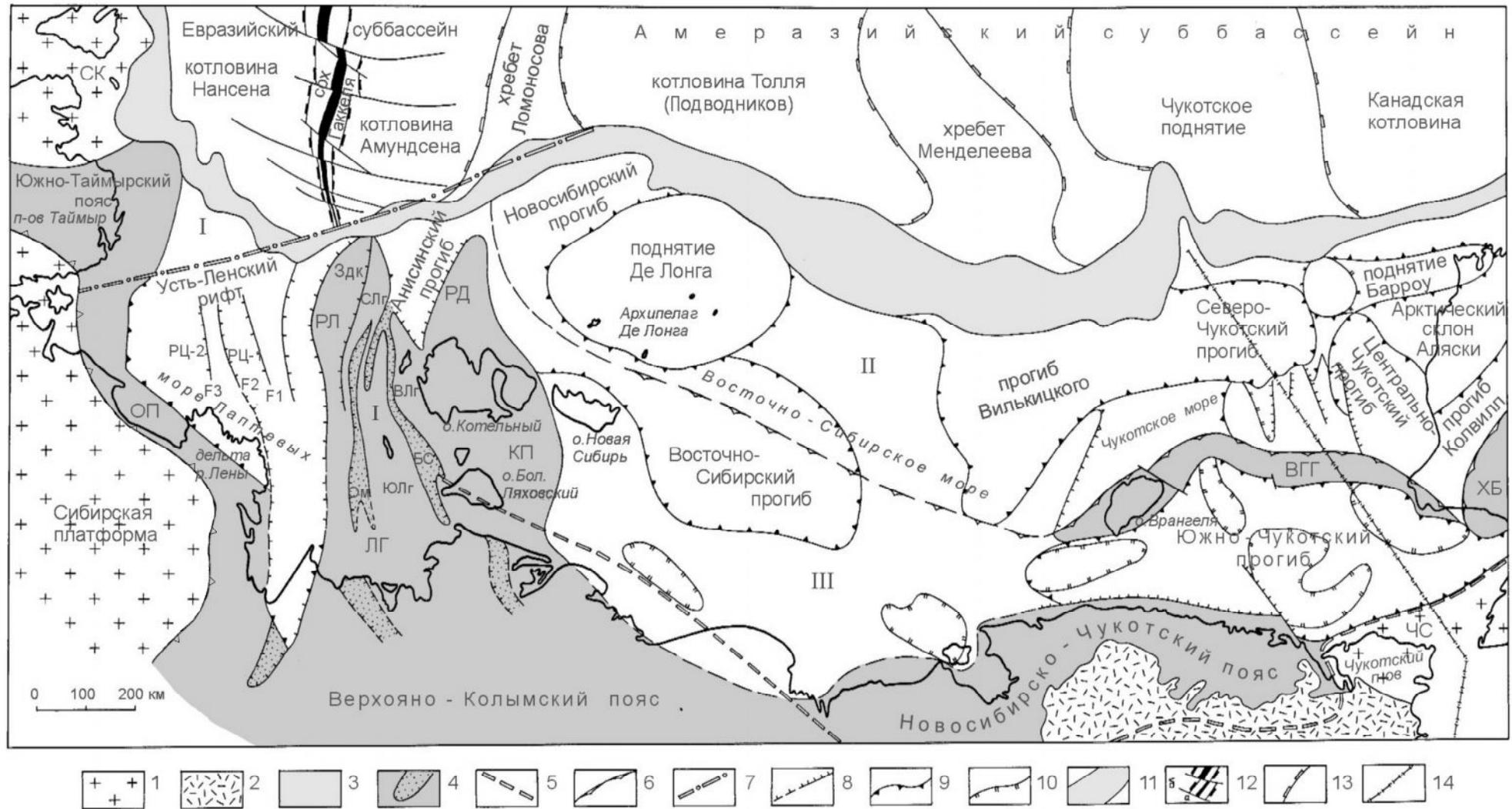


Рис. 1. Тектоническая схема Восточно-Арктического шельфа и сопредельных областей [Андиева, 2004]

Условные обозначения к рис. 1.

Материковая суша и континентальная окраина: 1 – континентальные блоки в обрамлении шельфа (СК – Северо-Карский, ЧС – Чукотско-Сьюардский); 2 – Охотско-Чукотский вулканоплутонический пояс (альб-сенон); 3 – поднятия, сложенные образованиями киммерийских складчатых поясов (ХБ – хребет Брукса, ВГГ – Врангелевско-Геральдская гряда, ОП – Оленекское поднятие, КП – Котельничское поднятие, ЛГ – Лаптевский горст, в т.ч. СЛг, ВЛг, ЮЛг-Северо-, Восточно- и Южно-Лаптевский горсты, Здж – зона неогенового дробления коры); 4 – кайнозойские грабены в пределах поднятий (Ом – Омолойский, БС – Бельковско-Святоносский); 5 – Южно-Аньюйская сутура; 6 – фронтальные надвиговые зоны киммерийских складчатых поясов; 7 – Северный разлом; 8 – основные сбросы, в т.ч. РЛ – разлом Лазарева, РД – разлом Драницина, F1, F2, F3 – ограничительные сбросы Рифтовых Центров 1 и 2 – (РЦ-1 и РЦ-2); 9 – границы крупных прогибов и поднятий; 10 – границы впадин и поднятий, осложняющих более крупные структуры; 11 – континентальный склон.

Северный Ледовитый океан: 12 – срединно-океанический хребет Гаккеля (а – рифтовая долина, б – трансформные разломы); 13 – границы океанических котловин с континентальными блоками.

14 – Государственная граница.

Римскими цифрами обозначены: I – Лаптевская краевая плита, II – Восточно-Арктическая краевая плита; III – Новосибирская эпикиммерийская плита.

Названия структур на море Лаптевых даны по работе немецких исследователей [Franke, Hinz, Oncken, 2001].

Хребет Ломоносова отделяет молодую разрастающуюся часть Северного Ледовитого океана от более древнего Американо-Азиатского суббассейна, где спрединг существовал в позднем мезозое [Зоненшайн, Кузьмин, Натапов, 1990; Гуревич, Машенков, 2000; Шипилов, 2004].

Через континентальный склон океанический бассейн сочленяется с лаптевоморским шельфом, большую часть которого занимает Лаптевская краевая плита, входящая в состав краевой системы структур между континентом и океаном. В связи с развитием краевых систем на контакте взаимодействующих континентальной и океанической литосферы они обладают специфичностью строения, существенно отличающей их от смежных континентальных структур и подводных продолжений последних во внутренних частях шельфов [Наливкин, Андиева, Григоренко, 1986; Андиева, 1988]. Особенно это свойственно редко встречающимся торцевым окраинам, поскольку главные черты их структуры определяются двусторонним растяжением края континента в течение всего времени существования спредингового центра. Это приводит к интенсивному рифтообразованию и формированию на континентальных окраинах крупных осевых рифтов, ориентированных поперечно к континентальному склону. Следует отметить, что осадочные бассейны пассивных торцевых окраин характеризуются, как правило, значительной нефтегазоносностью, которая концентрируется преимущественно в пределах осевых рифтов.

В настоящее время срединно-океанические хребты подходят к краям континентов, помимо моря Лаптевых, только в двух районах: в Тихом океане у активной окраины Северной Америки, где спрединг проник в Калифорнийский залив, и на северо-западе Индийского океана с распространением спрединга в Аденский залив и Красное море. Молодой (миоценовый) межконтинентальный Красноморский рифт является примером зарождающегося океана и обрамляющих его пассивных окраин, в частности торцевой, представленной Суэцким грабеном (Суэцкий НГБ). Торцевые бассейны мезозойских пассивных окраин более многочисленны. В обрамлении Северного Ледовитого океана к ним относится НГБ Бофорта-Маккензи, находящийся на продолжении палеооси разрастания (J_3-K_1) Канадской котловины Американо-Азиатского суббассейна. Образование осевой рифтовой системы (грабены Викинг и Центральный) Североморского НГБ также произошло в позднеюрское-раннемеловое время. Близким по возрасту является грабен Бенуэ, лежащий в основании Нигерийского бассейна на западной окраине Африки на тупиковой ветви тройного сочленения, возникшего при раскрытии Центральной Атлантики [Хаин, 2001]. Более древним (раннетриасовым) является Уренгойско-Колтогорский рифт Западно-Сибирского НГБ. Он связан с узким океаническим бассейном, который существовал в

раннем триасе как проникшее в пределы современной Западной Сибири окончание Южно-Аньюского палеоокеана [Аглонов, 1989; Клещев, Шеин, 2007].

Со стороны континента Лаптевская плита окружена орогенными поднятиями поздних киммерид: на западе она ограничена структурами Южно-Таймырского складчатого пояса (Южно-Таймырская зона Таймыро-Североземельского орогена), на юге – поднятиями Верхоянской складчатой системы Верхояно-Колымского пояса, включая Оленекское, являющееся северо-западным ответвлением системы этих поднятий. Верхоянские структуры погружаются на шельфе моря Лаптевых; их присутствие под маломощным осадочным чехлом достоверно устанавливается в восточной горстовой части краевой плиты. Ограничением последней на востоке является Котельническое орогенное поднятие, сложенное складчатыми комплексами Новосибирско-Чукотского пояса. Верхояно-Колымский и Новосибирско-Чукотский пояса разделены Южно-Аньюской офиолитовой шовной зоной (сутурой), выделяемой по геологическим данным на суше и по магнитным аномалиям на шельфе. Сутура маркирует след закрывшегося Южно-Аньюского палеоокеана – предшественника современного Северного Ледовитого океана [Зоненшайн, Кузьмин, Натапов, 1990; Захаров, Шурыгин и др., 2002; Хаин, 2001].

По последним данным [Бондаренко, 2004; Оксман, Соколов, Бондаренко, 2003] Южно-Аньюский океан существовал между Сибирью и Северной Америкой с позднего палеозоя до середины поздней юры. Затем началось его закрытие с образованием на юге активной окраины, содержащей энсиматические островные дуги и задуговые бассейны; северная окраина осталась пассивной [Леонов, Балувев и др., 2007]. Закрытие палеоокеана завершилось в раннемеловое время в результате коллизии Сибирского континента с Колымо-Омолонским супертеррейном, а затем с Северо-Карским и Североаляскинско-Чукотским микроконтинентами, которые были отделены от Северной Америки при раскрытии Канадской котловины в конце юры-раннем мелу. Первый из этих микроконтинентов, имеющий древний фундамент [Тектоническая карта..., 1998], образует северную часть Таймыро-Североземельского орогена. Североаляскинско-Чукотский микроконтинент с каледонским фундаментом [Косько, 2005] находится в основании Восточно-Арктической краевой плиты. Деформированные в процессе коллизии отложения окраин столкнувшихся континентальных блоков слагают структуры позднекиммерийских складчатых систем, которые продолжаются с суши в область шельфа и являются здесь фундаментом для более молодого осадочного чехла.

Южно-Таймырский пояс и Верхоянская складчатая система сложены комплексами существовавшей с рифея пассивной континентальной окраины Сибирской платформы [Хаин, 2001]. Отложения имеют покровно-надвиговую структуру с надвиганием в юго-западном и южном направлении – в сторону платформы, где перед фронтом складчатости находятся Енисей-Хатангский, Лено-Анабарский и Предверхоанский краевые прогибы. В Новосибирско-Чукотском поясе складчатость, напротив, имеет северо-восточную и северную вергентность; структуры сложены образованиями пассивной окраины Североаляскинского-Чукотского микроконтинента. Южно-Аннуйская шовная зона на о.Большой Ляховский представлена системой чешуй, содержащих океанические и островодужные породы (пиллоу-базальты, расслоенный базит-ультрабазитовый комплекс, глаукофановые сланцы); они шарьированы на верхнеюрско-неокомский синколлизийный флиш окраины Североаляскинского-Чукотского микроконтинента [Бондаренко, 2004; Леонов, Балув и др., 2007].

Море Лаптевых характеризуется довольно слабой геолого-геофизической изученностью. Почти на всей его площади выполнена кондиционная гравиметрическая съемка масштаба 1:1000000. Аэромагнитные съемки проводились в масштабах 1:200000 над островами и 1:1000000 и мельче над акваторией и не совсем удовлетворяют требуемым кондициям. В 1970-1980-х гг. на нескольких прибрежных участках суши производились исследования МОВЗ, а на юге моря – работы КМПВ и ГСЗ; с середины 1980-х годов началось проведение сейсморазведки МОГТ [Геология и полезные..., 2004]. Глубокое бурение в пределах акватории не производилось. На суше глубокие скважины концентрируются в основном в Нордвик-Хатангском районе, несколько скважин находится в районе нижнего течения реки Оленек и южнее дельты Лены.

Региональные сейсмические профили МОГТ распределены по площади неравномерно и сосредоточены преимущественно в восточной половине шельфа (рис. 2). Работы производились несколькими организациями: МАГЭ ПГО «Севморгеология», трестом «Севморнефтегеофизика» (СМНГ) и Лабораторией региональной геодинамики (ЛАРГЕ) в 1984-1991 гг. (МОГТ 12*, 24*, 48*), Федеральным институтом геологии и минеральных ресурсов Германии (BGR) совместно с СМНГ в 1993, 1994 и 1997 гг. (МОГТ 48*, 118*, 240*), ОАО МАГЭ в 2005 г. (поисковая сейсморазведка МОГТ 84* в центральной части шельфа). Геологическая интерпретация сейсмических материалов, проведенная разными авторами, является неоднозначной (табл. 1).

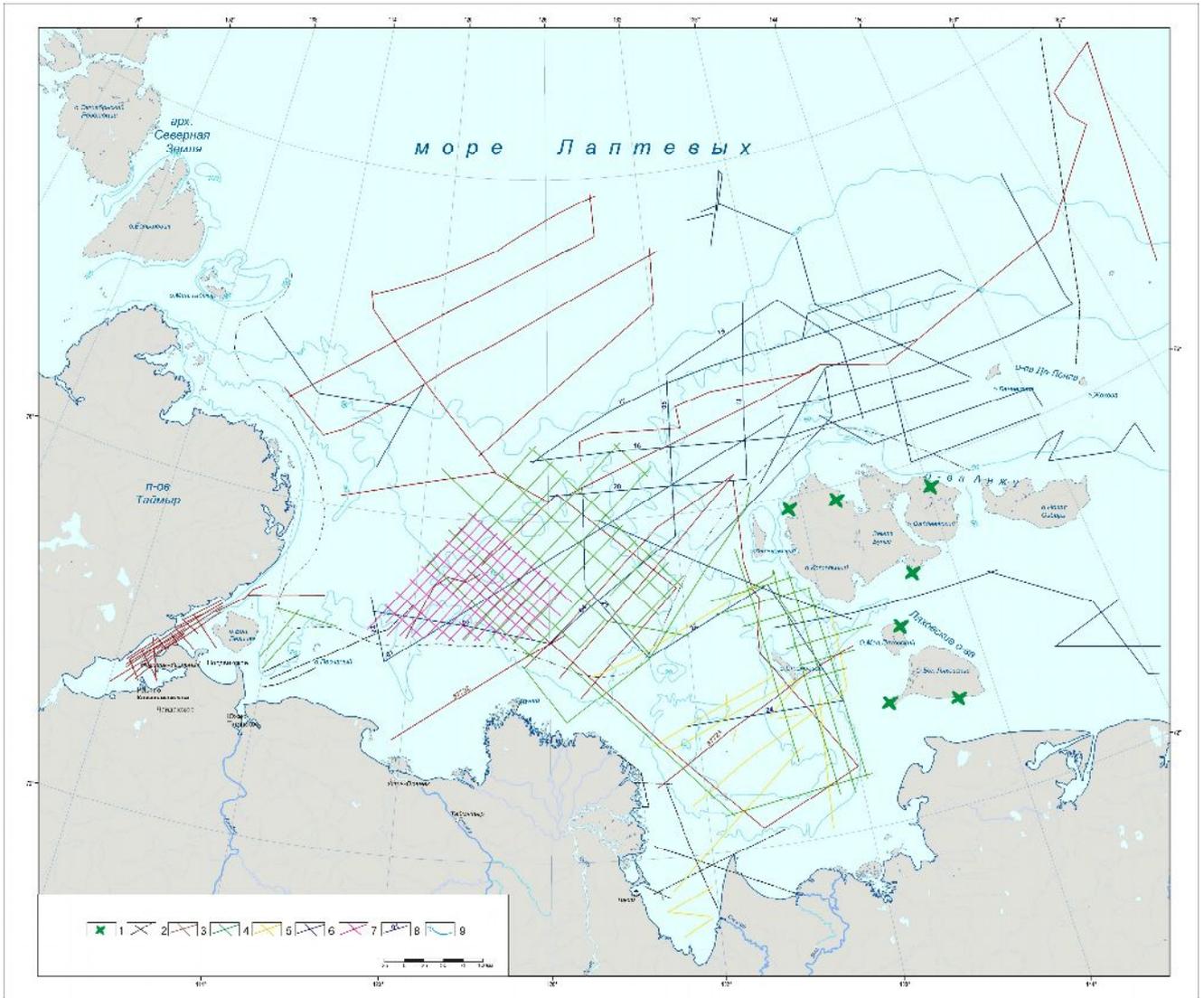


Рис. 2. Карта сейсмической изученности моря Лаптевых

1 – станции наблюдений МОВЗ; 2 – сейсморазведка КМПВ, ГСЗ – Севморгеология (1973-1988 гг.); 3-8 – сейсморазведка МОВ ОГТ: 3 – МАГЭ (1985-1990 гг.), 4 – СМНГ (1989 г., 1991 г.), 5 – ЛАРГЕ (1989 г.), 6 – ВGR и МАГЭ (1993 г., 1994 г., 1997 г.), 7 – МАГЭ (2005 г.), 8 – номера отдельных профилей; 9 – изобаты (м).

Согласно Ю.В. Шипелькевичу [Шипелькевич, 2000], многовариантность и противоречивость существующих определений возрастных и морфоструктурных характеристик осадочного чехла на море Лаптевых обусловлены двумя основными причинами. Первой из них является доминирование субъективной составляющей, навязанной уже сложившимися представлениями о строении региона. Это приводит к прямому переносу геологических данных с суши на шельф и игнорированию того обстоятельства, что шельфовые бассейны могут располагаться в иных структурно-тектонических условиях. Вторая причина связана со сложностью выделения на немногочисленных, не всегда достаточно кондиционных сейсмопрофилях, расположенных

на разобренных участках шельфа, региональных отражающих горизонтов, которые соответствуют главным несогласиям в осадочном чехле. В результате разными исследователями в разные годы были выделены, разнообразно проиндексированы и датированы с отличием на целые геологические эры многочисленные опорные горизонты, что является совершенно необоснованным на существующем уровне изученности шельфа.

Таблица 1

Привязка сейсмических отражающих горизонтов, выделенных по работам МОВ ОГТ различными организациями в разрезе чехла шельфа моря Лаптевых [Геология и полезные..., 2004; с добавлениями]

Стратиграфическая шкала	Положение отражающих горизонтов в разрезе чехла шельфа моря Лаптевых							
	МАГЭ Н.М. Иванова и др., 1989; С.Б. Секретов, 1993; СМНГ Т.А. Кириллова, 1991	ЛАРГЕ С.С. Драчев, 1994 Восточная часть	ВНИИОкеан- геология Б.И. Ким, 1994 (по материалам МАГЭ и ЛАРГЕ)	BGR K. Hinz et al., 1997; D.Franke et al., 2001	Ю.В.Горячев, 1999 (по материалам МАГЭ, ЛАРГЕ, ДМНГ)	по Б.И. Киму, 2004		МАГЭ Т.А. Кирил- лова, 2006
					Западная и центр. части	Восточная часть		
Q		О						
E		В		1,9 - 2,2			1,9 - 2,2	1,8 - 2,4
N ₂		4(LS3)	Л		ЛVII	Л(LS3)		LS3
N ₁	2,0 - 2,1	3(LS2)	Л(LS3)	LS3	ЛVI	I	2,4	2,6 - 3,7
P ₃	Л			3,2				4,0 - 4,4
P ₂		2	II ₂ (LS2)	LS2	ЛIV	II ₂ (LS2)	2,7 - 3,4	LS 2
P ₁			II ₁	4,7 - 5,2		II ₁		4,9 - 5,2
P ₀	I	1	II ₀	LS1		II ₀	3,5 - 4,0	LS 1
K ₂	II ₂ II ₁ II ₀	A(LS1)	II	5,9 - 6,1	ЛIV(LS3) ЛIII(LS2) ЛII(LS1)	II		
J - K ₁	II(LS2)		III ₃			III ₃		
T ₁₃			III ₂			III ₂	3,3 - 4,5	
T ₁₂			III ₁			III ₁		
T ₁₁			III ₀			III ₀		
T ₁₀			III			III		
T ₉			IV			IV		
T ₈	4,8 - 5,0		V			V	4,0 - 4,6	
T ₇			V'			V'	4,9 - 5,0	
T ₆	6,0		VI(LS1)			VI(LS1)	5,0 - 5,2	
T ₅							5,0 - 5,2	
T ₄							5,5	
T ₃								
T ₂								
T ₁								
P ₁								
P ₀								
C ₁₍₀₎								
D ₃								
D ₂								
S								
O								
V								
R ₃								
PR ₂								

Буквами и цифрами обозначены индексы отражающих горизонтов (в скобках указана индексация этих горизонтов по BGR); пунктир - локально распространенные горизонты; серым закрашен акустический фундамент; курсив - значения интервальных скоростей (км/с).

В настоящее время существуют две главные, полярные по сути точки зрения о возрасте фундамента и осадочного чехла на море Лаптевых: 1) наличие по периферии шельфа мезозойского фундамента с верхнемеловым-кайнозойским чехлом и древнего фундамента, перекрытого верхнепротерозойско-кайнозойским чехлом, на основной части шельфа; 2) повсеместное распространение позднекимммерийского фундамента и кайнозойский возраст осадочного чехла (см. табл. 1).

Первая точка зрения является широко распространенным, но фактически априорным мнением о наличии в западной и центральной областях моря Лаптевых субаквального блока Сибирской платформы – массива моря Лаптевых, отчлененного от нее инверсионным Оленекско-Бегичевским авлакогеном (Оленекское поднятие). Авлакоген рассматривается как внутриплатформенный апофиз Верхоянской складчатой системы, тогда как основные мезозойские складчатые структуры, продолжаясь с суши, занимают восточную часть шельфа. Эти изначальные представления изложены в крупной обобщающей работе 1984 г. [Геологическое строение..., 1984] и, несмотря на появление данных МОГТ, не претерпели принципиальных изменений в более поздних публикациях – в статьях Н.М. Ивановой, Б.И. Кима, Д.В. Лазуркина, Б.С. Секретова, В.Л. Иванова, К.Н. Кравченко и некоторых других авторов [Иванова, Секретов, 1989; Ким, Яшин, 1995; Ким, 1998; Лазуркин, 1998; Секретов, 1998; Иванов, 2002; Кравченко, 2003; Кравченко, Иванова, 2003], а также в последней монографии об арктических морях [Геология и полезные..., 2004].

Согласно рассматриваемой точке зрения, на сейсмических разрезах МОГТ в области Лаптевского массива (примерно до разлома Лазарева, см. рис. 1) выделяются два структурных этажа: параплатформенный, полный возрастной диапазон которого охватывает интервал от позднего рифея до раннего мела, и бассейновый, верхний мел-кайнозойский, соответствующий образованию шельфовой плиты и Лаптевского седиментационного бассейна; на востоке моря осадочный чехол представлен только верхним этажом (см. табл. 1). Мощность верхнего этажа в западной части массива, не подвергшейся молодому рифтогенезу, составляет не более 2 км, восточнее она в отдельных грабенах достигает 4-5 км. Мощность параплатформенных отложений существенно больше – до 7-11 км; на западе они слагают пологие прогибы и валообразные поднятия, почти не затронутые разломами, но на востоке такие структуры сильно нарушены грабенообразованием, в целом согласным с предшествующим структурным планом [Геология и полезные..., 2004, рис. 83, 84].

Результаты работ МОГТ 1993-1997 гг. [Franke, Hinz, Oncken, 2001] предоставили новые данные, которые поставили под сомнение постулат о платформенной природе большей части шельфа моря Лаптевых. Было доказано практически повсеместное

распространение грабенов и горстов при полном отсутствии спокойных платформенных структур. Вторым важным фактором явились результаты определения скоростной модели среды по зондированиям МПВ, выполненным ВGR. Было установлено, что значения интервальных скоростей в осадочном разрезе меняются сверху вниз по разрезу в основном от 1,9-2,2 км/с до 4,1-4,5 км/с, увеличиваясь в самых низах чехла на глубинах более 10 км до 4,7-5,2 км/с. Близкие значения были определены по зависимости $V_{огт} = f(t_0)$ на участке, отработанном ОАО МАГЭ в центральной части моря в 2005 г. Следует отметить, что подобные скоростные параметры характерны, например, для терригенного выполнения глубоких кайнозойских прогибов Дальнего Востока и не могут служить указанием на древний возраст отложений и на наличие карбонатных пород в нижней половине параплатформенного структурного этажа, выделяемого сторонниками платформенной позиции. Первоначально для этих отложений принимались интервальные скорости 4,8-6,5 км/с, свойственные R_3-C_1 карбонатному интервалу осадочного чехла севера Сибирской платформы. После появления новых данных значения скоростей были понижены до 4,0-5,5 км/с (см. табл. 1), но трактовка интервала разреза между горизонтами III и VI (фундамент) осталась прежней.

Более информативные сейсмические данные, переинтерпретация ранее выполненных профилей МОГТ и некоторые другие факторы обусловили появление иной трактовки строения моря Лаптевых. Она заключается, прежде всего, в признании практически повсеместного существования в пределах акватории складчатого фундамента, образованного в позднемезозойское время, тогда как древний фундамент Сибирской платформы развит только на крайнем юго-западе моря – в районе Хатангского залива [Виноградов, Драчев, 2000; Драчев, 2000; Хаин, 2001]. Возраст низов осадочного чехла несколько различен у разных авторов, перечисленных в табл. 1: согласно Ю.В. Горячеву (1999) его накопление началось уже в посторогенных грабенах в конце раннего мела; по С.С. Драчеву (1994, 2000) образование нижних горизонтов осадочного разреза происходило, видимо, с маастрихского времени в связи с континентальным рифтогенезом, предварявшим спрединг; немецкие исследователи (1997, 2001), также связывая формирование чехла с рифтообразованием при заложении и разрастании океана, относят начало этого процесса к концу палеоцена.

Работы ВGR имеют особенно большое значение для становления новой (второй) точки зрения. Результаты сейсмических исследований МОГТ высокой кратности, давших возможность изучить строение не только осадочного чехла, но и глубоких горизонтов земной коры, определение скоростных параметров разреза, а также проведение геологической интерпретации сейсмопрофилей на основе анализа как континентального

обрамления, так и событий в океане позволяют говорить о достаточно высокой обоснованности принципиально иного взгляда на строение лаптевоморской окраины.

Было показано [Franke, Hinz, Oncken, 2001], что основную часть шельфа занимает единый осадочный бассейн, который представляет собой торцевой кайнозойский рифт со сложным внутренним строением и широким развитием листрических сбросов, фиксирующих интенсивное растяжение. Этот рифт, названный авторами Усть-Ленским, в наиболее глубоких частях (Рифтовые Центры I и II) имеет мощность осадочного чехла более 13 км; на востоке он отделяется крупным листрическим сбросом, разломом Лазарева, от Лаптевского горста, состоящего из нескольких горстовых структур, разделенных грабенами (рис. 1, 3). Рифт заложен на континентальной коре и связан с развитием Евразийского океанического бассейна. Отмечено постепенное смещение на восток основных растягивающих напряжений. С неогена они сосредоточились в районе Северо-Лаптевского горста, вдоль западного склона которого выделена зона неогенового дробления коры, где идет формирование узких горстовых поднятий и грабенов глубиной до 2-4 км. Здесь протягивается основная ветвь эпицентров сильных ($M \geq 4$) землетрясений, отходящая от пояса землетрясений хребта Гаккеля [Аветисов, 2000].

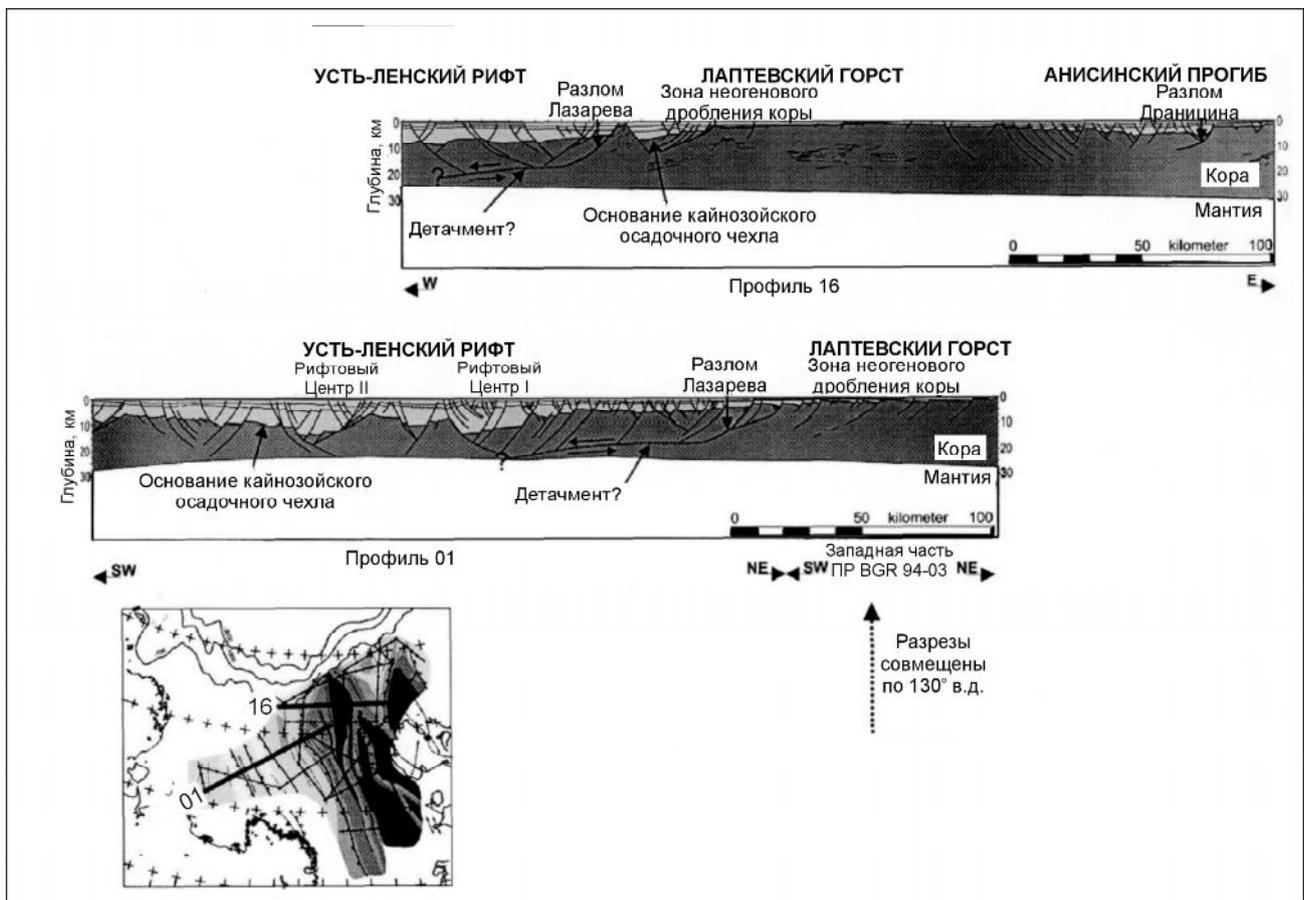


Рис. 3. Глубинные разрезы через море Лаптевых по сейсмическим профилям 01 и 16 BGR [Franke, Hinz, Oncken, 2001]

Листрический сброс Лазарева определен немецкими исследователями как главный структурообразующий разлом рифта. Поверхность сместителя, выполаживаясь к западу, под самой глубокой центральной частью этой мегадепрессии выходит на уровень кровли нижнего слоя консолидированной коры, мощность которой здесь составляет всего около 10 км при глубине залегания поверхности М в 22 км. Под Лаптевским горстом граница М погружается до 30 км, под Котельническим орогенным поднятием – до 35 км. В осадочном чехле, несмотря на большое количество отражающих границ, авторы считают возможным выделить в настоящее время всего 3 опорных сейсмических горизонта: LS1 – поверхность докайнозойского акустического фундамента, LS2 – граница эоцена и олигоцена, LS3 – в верхнемиоценовом интервале разреза (см. табл. 1). Эти границы соответствуют регионально значимым несогласиям, прослеживаемым и в других районах Восточной Арктики [Андиева, 2004; Григоренко, Андиева, 2005; Косьюко, 2005; Буценко, 2006].

В настоящей статье на базе анализа геолого-геофизической информации по Лаптевскому региону, содержащейся в многочисленных источниках, а также сопоставления с окраинами-аналогами рассмотрено строение шельфового осадочного бассейна и его особенности, которые необходимо учитывать при анализе перспектив нефтегазоносности акватории.

Основные структуры рассматриваемой континентальной окраины и ее обрамления показаны на тектонической карте (рис. 4). Границы структур в северо-западной и прибрежной юго-западной частях моря являются в значительной мере условными в связи с дефицитом сейсмических данных (см. рис. 2). Основой послужили построения BGR, которые были дополнены результатами сейсмических работ других организаций. При этом одни и те же, но различно индексированные отражающие границы коррелировались с опорными горизонтами LS1, LS2, LS3 (см. табл. 1). Для структур на шельфе приняты традиционные названия, данные им, в основном, первыми исполнителями сейсмических работ. По этой причине крупнейшая депрессия шельфа – Усть-Ленский рифт - получила наименование Лаптевского мегарифта, а название Усть-Ленский сохранено для грабена, являющегося его составной частью; Лаптевский горст переименован в Восточно-Лаптевское горстовое поднятие, что более четко определяет его положение на шельфе и внутреннюю структуру.

Представляется, что практически повсеместное развитие молодого фундамента на лаптевоморском шельфе можно обосновать двумя главными обстоятельствами: поведением гравитационных и магнитных аномалий и закономерностями строения складчатых поясов, полукольцом окружающих Лаптевскую краевую плиту.

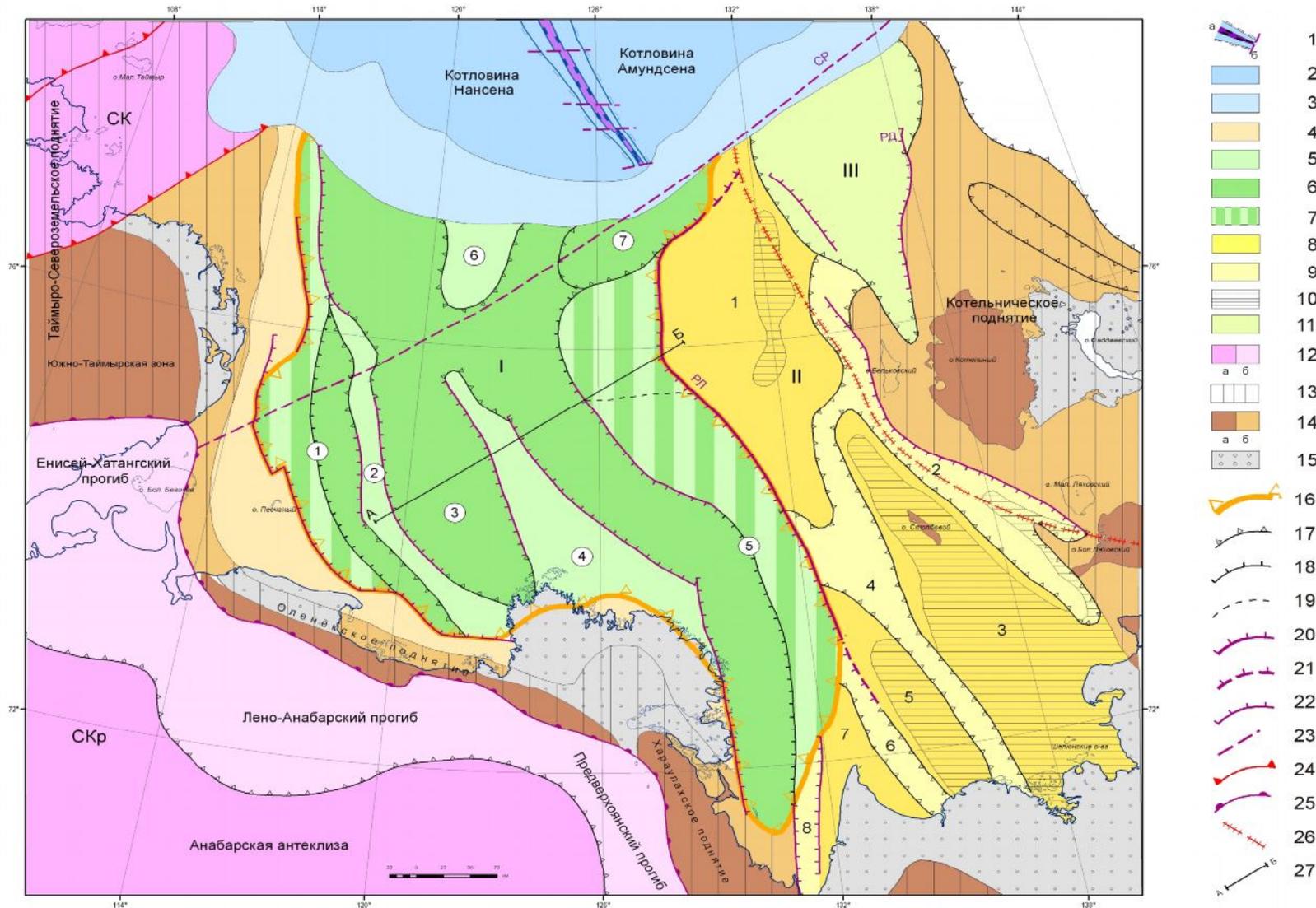


Рис. 4. Тектоническая карта Лаптевоморского региона. Андиева Т.А., 2008 [Franke, Hinz, Oncken, 2001; Драчёв, 2000; Drachev, Savostin et al., 1998; Виноградов, Драчёв, 2000; Геология и полезные..., 2004; Грамберг, Пискарев, 2002; Тектоническая карта..., 1998]

Условные обозначения к рис. 4.

Евразийский океанический суббассейн. 1- срединно-океанический хребет Гаккеля (а – рифтовая долина, б – трансформные разломы); 2 – океанические котловины.

Континентальная окраина. 3 – континентальный склон; 4-11 – Лаптевская краевая плита: 4 – Лено-Таймырская система поднятий; 5-7 – Лаптевский мегарифт (I): 5 – горсты, 6 – грабены, 7 – бортовые участки; 8-10 – Восточно-Лаптевское горстовое поднятие (II): 8 – горсты, 9 – грабены и седловины, 10 – участки с мощностью чехла менее 1 км; 11 – Анисинский прогиб (III).

Континентальное обрамление. 12 – структуры с докембрийским фундаментом (а – поднятия, б – прогибы): СКр – Сибирский кратон (Сибирская платформа и ее краевые прогибы), СК – Северо-Карский микроконтинент (Северо- и Центрально-Таймырская зоны); 13 – орогенные поднятия; 14 – позднекиммерийские складчатые комплексы на поднятиях (а – выходы на дневную поверхность, б – на шельфе под маломощным чехлом); 15 – выходы на дневную поверхность KZ и K₂-KZ отложений.

Границы структур: 16 – граница Лаптевского мегарифта, 17 – границы других крупнейших и крупных структур (основных поднятий и прогибов), 18 – границы бортов мегарифта, 19 – граница наиболее приподнятого северного блока на восточном борту.

Разломы: 20 – главный рифтообразующий сброс (РЛ), 21 – РЛ, прослеженный менее уверенно, 22 – другие основные сбросы, 23 – сдвиги, 24 – надвиги, 25 – фронт киммерийской складчатости, 26 – предполагаемое продолжение Южно-Анжуйской сутуры.

27 – Линия сейсмогеологического разреза (рис. 5).

Названия структур. Лаптевский мегарифт (цифры в кружках): 1 – Южно-Лаптевский грабен, 2 – Ребековский горст, 3 – Усть-Оленёкский грабен, 4 – Трофимовский горст, 5 – Усть-Ленский грабен, 6 – Западно-Лаптевское поднятие, 7 – Северный окраинно-шельфовый прогиб. Восточно-Лаптевское поднятие: 1 – Северо-Лаптевский горст, 2 – Бельковско-Святоносский грабен, 3 – Столбовской горст, 4 – Широстонский грабен, 5 – Широстонский горст, 6 – Усть-Янский грабен, 7 – Усть-Янский горст, 8 – Омолойский грабен. Разломы: РЛ – разлом Лазарева; РД – разлом Драницина; СР – Северный разлом.

На большей части шельфа фундамент сложен образованиями Верхоянской складчатой системы. Свойственные ей северо-западные простирания структур отчетливо выражены соответствующей ориентировкой гравитационных аномалий (в редукции в свободном воздухе), протягивающихся из прибрежных районов на акваторию вплоть до Северного разлома [Геология и полезные..., 2004]. Интенсивность аномалий заметно понижается в центральной части мегарифта – в области сокращенной континентальной коры. В магнитном поле здесь преобладают слабоположительные значения ΔT_a , и наблюдается сочетание северо-западного простирания аномалий с северо-восточным, свойственным Северному разлому. Разлому соответствует интенсивная (50-100 нТл и более) положительная полосовая аномалия, протягивающаяся примерно от фронта складчатости к континентальному склону в районе хребта Ломоносова. К системе положительных аномалий, следующих вдоль Оленекского поднятия и сопровождающих фронт складчатости, с юга почти ортогонально подходят субмеридиональные магнитные аномалии Сибирской платформы. Севернее это направление не проявляется, и в юго-западной части шельфа аномалии имеют северо-западное простирание.

На Восточно-Лаптевском поднятии общий уровень магнитного поля слабоотрицательный. С северо-востока область ограничивается дугообразной системой локальных максимумов ΔT_a 50-500 нТл, которую мы предположительно связываем с продолжением Южно-Ануйской сутуры (см. рис. 4). Далее к северо-востоку наблюдаются сравнительно интенсивные положительные и отрицательные магнитные аномалии, простирание которых меняется с юга на север с северо-западного на субмеридиональное и затем на северо-восточное. Они соответствуют Новосибирско-Чукотскому складчатому поясу, образования которого слагают фундамент на Котельническом поднятии и в самой северо-восточной части Лаптевской плиты – в области Анисинского прогиба.

Преобладающая роль в строении Верхоянской складчатой системы принадлежит верхнепалеозойско-нижнемезозойскому терригенному верхоянскому комплексу, мощность которого достигает 10-12 км. Он образован за счет сноса обломочного материала с Сибирского континента и в сторону от платформы обнаруживает отчетливые фациальные изменения с увеличением глубокководности отложений. Нижнюю часть разреза образуют рифей-нижнекаменноугольные шельфовые отложения, среди которых значительное место занимают карбонаты [Хаин, 2001].

В северной половине Верхоянской системы, подходящей к берегу моря Лаптевых, развитием крупных надвигов характеризуется фронтальная часть, а далее она построена более спокойно [Хаин, 2001]. Наибольшая дислоцированность пород наблюдается в районе

между р. Леной и побережьем губы Буор-Хая (Хараулахское поднятие на рис.4). Во фронте передовых шарьяжей в ядрах антиклиналей с крутыми (40-60°) западными крыльями находятся рифейско-кембрийские отложения. С востока с антиклиналями сопряжены сжатые синклинали, сложенные пермско-нижнемеловыми породами. На них по крутым надвигам взброшены кембрийские известняки и образования верхоянского комплекса (С₁-Т₃). Они смяты в складки западной вергентности и представлены преимущественно шельфовыми фациями, но в нижних горизонтах разреза появляются турбидиты. У морского побережья разрез представлен отложениями континентального склона и подножия. Глубоководный турбидитовый умеренно дислоцированный комплекс (J₃-K₁) континентального подножия пассивной окраины Сибири обнажается на о. Столбовом [Объяснительная записка..., 1998]. Увеличение глубоководности отложений вниз по разрезу и от платформы, а также возрастание на северо-востоке роли все более молодых отложений в составе разреза объясняются проградацией осадочной призмы пассивной окраины.

Данные плотностного моделирования подтверждают, что осадочный чехол на шельфе моря Лаптевых залегает на мезозойском складчатом фундаменте. В глубокой части мегапрогиба, характеризующейся существенным сокращением консолидированной коры и особенно её верхнего слоя, складчатые комплексы киммерид сильно разрушены и переработаны, прорваны магматическими образованиями и метаморфизованы; поэтому древняя карбонатная толща не может присутствовать в осадочном разрезе, даже если существовала там ранее [Пискарев, 2002].

Если формирование фундамента явилось следствием закрытия Южно-Анжуйского палеоокеана, то структурообразование и осадконакопление в пределах моря Лаптевых обусловлены развитием кайнозойского океана.

В Евразийском суббассейне самой древней считается магнитная аномалия 25 (53 млн. лет), однако, по последним данным, первичный раскол континентальной литосферы в западных районах мог начаться ранее – около 56-58 млн. лет назад [Глебовский, Минаков и др., 2004]. На востоке в это время отмечается возникновение континентального рифтогенеза, который последовал за сильной позднемеловой-раннепалеоценовой эрозией орогенных поднятий, создавшей региональное несогласие. В результате грабены лаптевоморского шельфа и прибрежных районов материка были заложены непосредственно на складчатых комплексах киммерид и не имеют в осадочном чехле отложений дорифтового комплекса.

Несогласию отвечает опорный отражающий горизонт LS1, являющийся поверхностью акустического фундамента; на горстовых структурах, особенно в пределах Восточно-Лаптевского поднятия, эта граница проявляется как пенеплен. Наличие нижнепалеоценовой

коры выветривания в разрезах побережья и в скважине на о. Айон [Стратиграфия и палеонтология..., 1990] позволяет датировать LS1 как границу между ранним и поздним палеоценом.

Опорный горизонт LS2, являющийся кровлей высокоотражающей толщи, практически повсеместно прослеживается на шельфе моря Лаптевых, исключая наиболее приподнятые части горстов Восточно-Лаптевского поднятия. В Евразийском и Американо-Тихоокеанских суббассейнах он выделяется как «яркий» рефлектор. Это несогласие соответствует границе эоцена и олигоцена – времени океанической магнитной аномалии 13 (33 млн. лет), когда изменилась геометрия раскрытия Евразийского суббассейна и резко понизилась скорость спрединга [Буценко, 2006; Глебовский, Минаков и др., 2004].

Горизонт LS3 фиксирует смену сейсмозаписи с субпараллельно слоистой внизу на акустически полупрозрачную выше. Она соответствует несогласию, отмечающему резкое изменение в седиментации, вызванное регрессией и резким похолоданием на границе миоцена и плиоцена.

Основной объем осадочного чехла шельфа концентрируется в Лаптевском мегарифте, с которым связаны главные перспективы нефтегазоносности. Мегарифт имеет разломные ограничения с вертикальным смещением поверхности акустического фундамента на 2-4 км вниз относительно обрамляющих поднятий и содержит несколько крупных грабенов и разделяющих их горстов. Он протягивается на расстояние свыше 600 км при ширине от 100 км на юге до 380 км на севере. Мощность осадочного чехла меняется от 3-5 км в прибортовых зонах до 10-14 км в центральной области мегарифта (рис. 5). Самыми крупными являются Усть-Ленский и Усть-Оленекский грабены, глубокие части которых обозначаются на профилях BGR как Рифтовые Центры I и II. На расположенном между ними Трофимовском горсте мощность чехла уменьшается до 5-9 км.

На западе и юго-западе Лаптевский мегарифт ограничен Лено-Таймырской системой поднятий, образованной погруженными частями киммерийских орогенных структур, которые резко срезаются бортовыми разломами мегарифта. Восточным обрамлением является Восточно-Лаптевское горстовое поднятие, состоящее из нескольких горстов, разделенных неглубокими грабенами и седловинами. Мощность осадочного чехла здесь сильно сокращена, ее значения меняются от 0-1 км на наиболее приподнятых участках горстов до 3-5 км в Бельковско-Святоносском грабене, который сливается на севере с Анисинским прогибом (грабеном) с мощностью осадочной толщи 5-10 км.

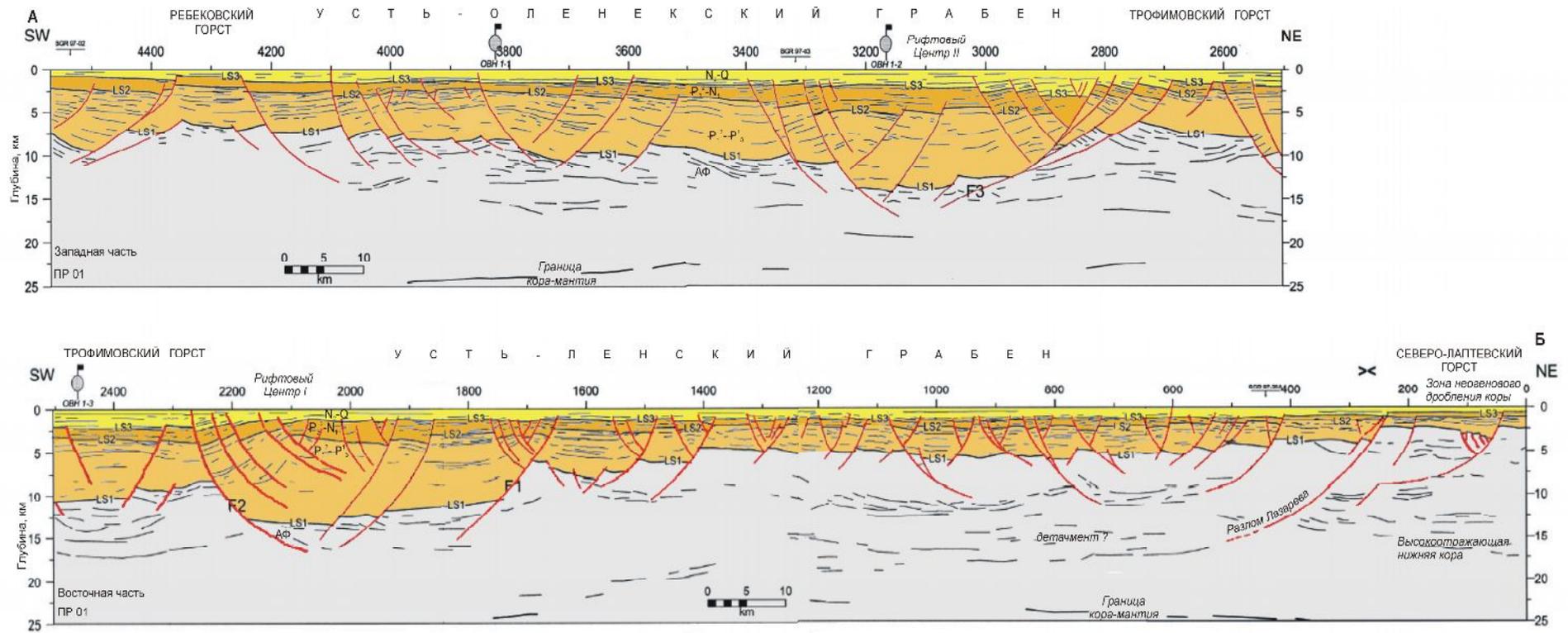


Рис. 5. Сейсмогеологический разрез по линии А – Б (профиль 01 BGR)

LS1, LS2, LS3 – опорные отражающие горизонты; F1, F2, F3 – сбросы на границах рифтовых центров I и II; ОВН 1-1, ОВН 1-2, ОВН 1-3 – пункты измерения скоростей.

Положение разреза показано на рис.4.

Самым мощным в разрезе Лаптевского мегарифта является нижний сейсмокомплекс (между горизонтами LS1 и LS2). Его средняя мощность в Усть-Оленекском грабене составляет 6,5 км, а максимальная достигает 10,5 км, в Усть-Ленском грабене они равны, соответственно, 5 и 10 км. Накопление отложений происходило первоначально в период сравнительно быстрого спрединга в смежном океаническом бассейне (2,1-2,7 см/год), но в верхнем эоцене скорость спрединга стала уменьшаться [Глебовский, Минаков и др., 2004]. Гораздо меньшая роль в осадочном разрезе принадлежит среднему сейсмокомплексу (между LS2 и LS3), который имеет наибольшую мощность (2,5-3 км) в указанных выше депрессиях; относительная доля этого комплекса в общей мощности чехла является наибольшей у северного края шельфа [Граumberг, Пискарев, 2002]. Накопление отложений происходило в период крайне медленного спрединга (0,5 см/год) в олигоцене – начале миоцена, затем в период с 20 млн лет назад до настоящего времени скорости спрединга возросли до 0,7-1,2 см/год. Верхний сейсмокомплекс (над горизонтом LS1) имеет мощность до 2,5, в среднем 1,5 км.

В связи с отсутствием глубокого бурения вещественный состав комплексов осадочного разреза может определяться лишь предположительно на основе особенностей сейсмозаписи и их сопоставления с данными по обрамлению и трансгрессивно-регрессивными событиями в Арктике [Стратиграфия и палеонтология..., 1990; Полякова, 1997; Драчев, 2000; Рудой, 2002; Косьюк, 2005]. Для нижнего сейсмокомплекса прогнозируется преимущественно глинистый, а для среднего преимущественно песчаный состав, причем их накопление происходило не только в континентальных и прибрежно-морских условиях, как это было свойственно многим районам обрамления, но и при продолжительных ингрессиях моря. Верхний комплекс является преимущественно глинистым в связи с обширной трансгрессией, охватившей в плиоцене весь шельф моря Лаптевых.

Главным фактором, определяющим морфологию осадочного чехла лаптевоморского шельфа, является дизъюнктивная (сбросовая) тектоника. Крупные сбросы (например, F1, F2, F3 на рис. 4) охватывают не только два нижних, но частично и верхний комплекс и имеют многочисленные оперяющие нарушения. Листрический характер дизъюнктивов свидетельствует о развитии мегарифта в условиях сильного растяжения земной коры, сохраняющихся до настоящего времени. Об этом говорят и проявления сейсмичности не только на Северо-Лаптевском горсте, но и в более западных районах шельфа, хотя сильные землетрясения являются здесь гораздо более редкими. По немногочисленным определениям

в них доминирует сбросовый механизм с незначительной сдвиговой составляющей [Аветисов, 2000; Геология и полезные..., 2004].

Торцевые рифты часто имеют террасированные борты, иногда значительной ширины; от глубокой части террасы отделяются крупными разломами (рис. 6). Такой характер имеет восточный борт Лаптевского мегарифта, где многочисленные листрические сбросы создают систему ступеней, наклоненных обратно падению сбросов; ограничением террасированного борта является разлом F1 (см. рис. 5). Подобные приразломные ступени, получившие название запрокинутых приразломных блоков (tilted fault blocks), широко распространены и на бортах, и в центральных частях рифтов (рис. 5, 6). Вдоль таких ступеней группируется большинство месторождений УВ Суэцкого и Североморского НГБ (рис. 6, 7, 8, 9). Запрокинутые моноклиналильные блоки нарушены многочисленными второстепенными разломами, способствующими образованию замкнутых ловушек, также представленных моноклиналильными формами, иногда в сочетании с поверхностями несогласий (рис.8) [Brown, 1980; Færseth, Oппelbøen, Sæbøe, 1986; Rouby, Fossen, Cobbold, 1996]. Такие структуры, находящиеся в рифтовом и дорифтовом комплексах (рис. 9), обычно содержат основную долю ресурсов нефтегазоносного бассейна (например, в Северноморском НГБ более ¾ общих ресурсов УВ).

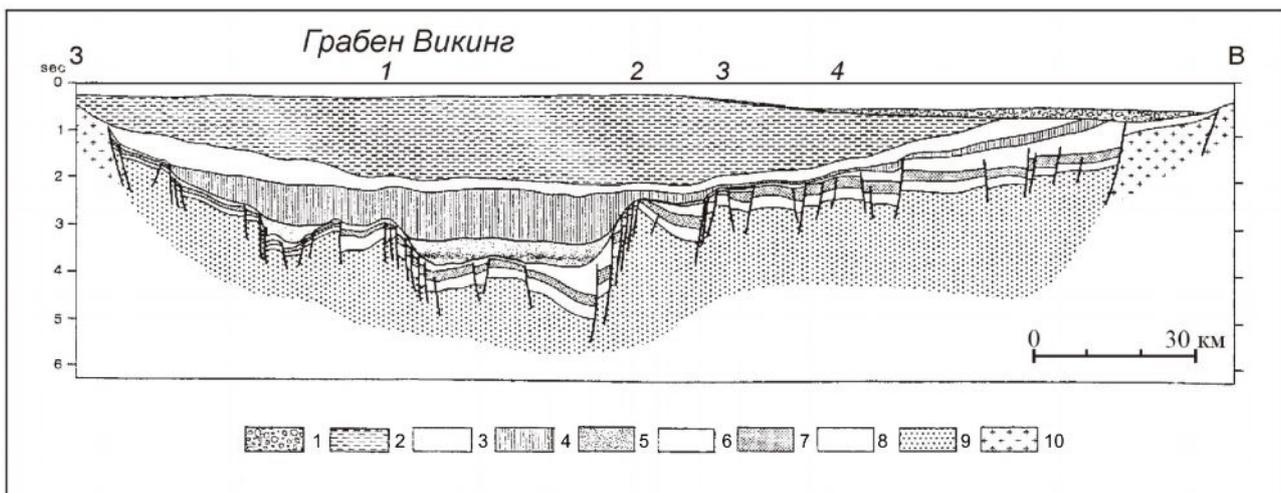


Рис. 6. Сейсмогеологический разрез через Северное море и положение месторождений УВ [Færseth, Oппelbøen, Sæbøe, 1986]

Отложения: 1 – плейстоценовые, 2 – эоцен-плиоценовые, 3 – палеоценовые, 4 – верхнемеловые, 5 – нижнемеловые, 6 – верхнеюрские, 7 – среднеюрские, 8 – нижнеюрские, 9 – триасовые, 10 – фундамент. Месторождения: 1 – Hild, 2 – Oseberg, 3 – Brage, 4 – Troll.

В бассейнах с мощными эвапоритовыми или глинистыми толщами большую роль в образовании локальных поднятий играет соляной или глиняный диапиризм. Галокинез является свойством именно рифтовых структур, поскольку значительные подвижки соли

происходят при обязательном условии существования горизонтального раздвижения, обеспечивающего создание путей миграции соли вверх. Поэтому подъем солевых штоков осуществляется синхронно с импульсами раздвижения. Подобным образом рифтогенез оказывает стимулирующее влияние и на возникновение глиняного диапиризма [Соколов, 2001]. Соляной диапиризм развит в южной половине центральной рифтовой системы Северного моря. На месторождении Слейпнер (см. рис. 8Д), приуроченном к двум сближенным ступеням восточного борта грабена Викинг, две основные залежи в верхнеюрских песчаниках находятся на разном уровне и в ловушках разного вида. Ловушка на нижнем блоке имеет антиклинальный характер, что связано с наличием в нижней части разреза солей цехштейна (P₂) [Færseth, Orpelbøen, Sæbøe, 1986].

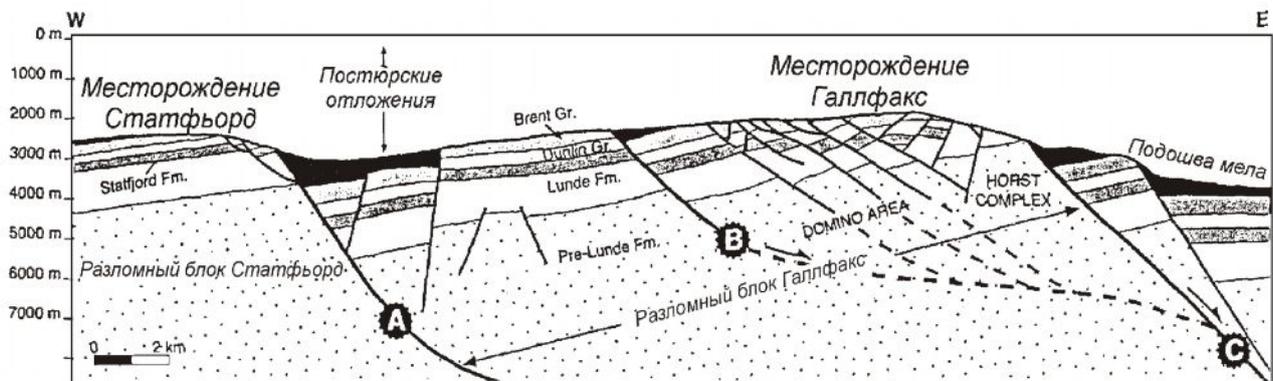


Рис. 7. Глубинный разрез через северную часть разломного блока Галлфакс [Rouby, Fossen, Cobbald, 1996]

Разрез дан в неискаженном масштабе. А, В, С – основные разломы.

Глиняный диапиризм широко распространен в НГБ Бофорта-Маккензи [Enachescu, 1990; Bergquist, Graham et al., 2003], где он инициирован растяжением по поверхности главного detachmentа и по оперяющим его сбросам, которые проникают в мобильные верхнемеловые глинистые сланцы. Помимо структур, связанных с диапирами (рис. 10), в бассейне широко распространены моноклиальные присбросовые ловушки.

К настоящему времени в море Лаптевых более-менее достоверно выявлено 20 локальных объектов, находящихся в глубокой части Лаптевского мегарифта - в районе поисковых работ МАГЭ [Казанин, Кириллова-Покровская, 2006]. Все они определены как антиклинальные поднятия, однако их строение практически не изучено.

Сейсмические разрезы по региональным профилям свидетельствуют о возможности существования в мегарифте многочисленных структурных ловушек для УВ. Можно ожидать, что преобладающим видом локальных структур являются приразломные «запрокинутые»

моноклинали. Весьма вероятно наличие антиклиналей, обусловленных глиняным диапиризмом, а также антиклиналей перекачивания (обратного волочения), связанных с изгибами слоев у листрических сбросов. Свидетельством движения пластичных масс, вызванного растяжением и смещениями по сбросам, видимо, может служить характерный для глубоких грабенов мегарифта раздвиг мощности нижнего сейсмокомплекса. В результате горизонт LS2 образует структурные формы, обратные поведению поверхности акустического фундамента LS1. На разрезе по профилю 01 BGR это характерно для Рифтовых Центров I и II (см. рис. 5).

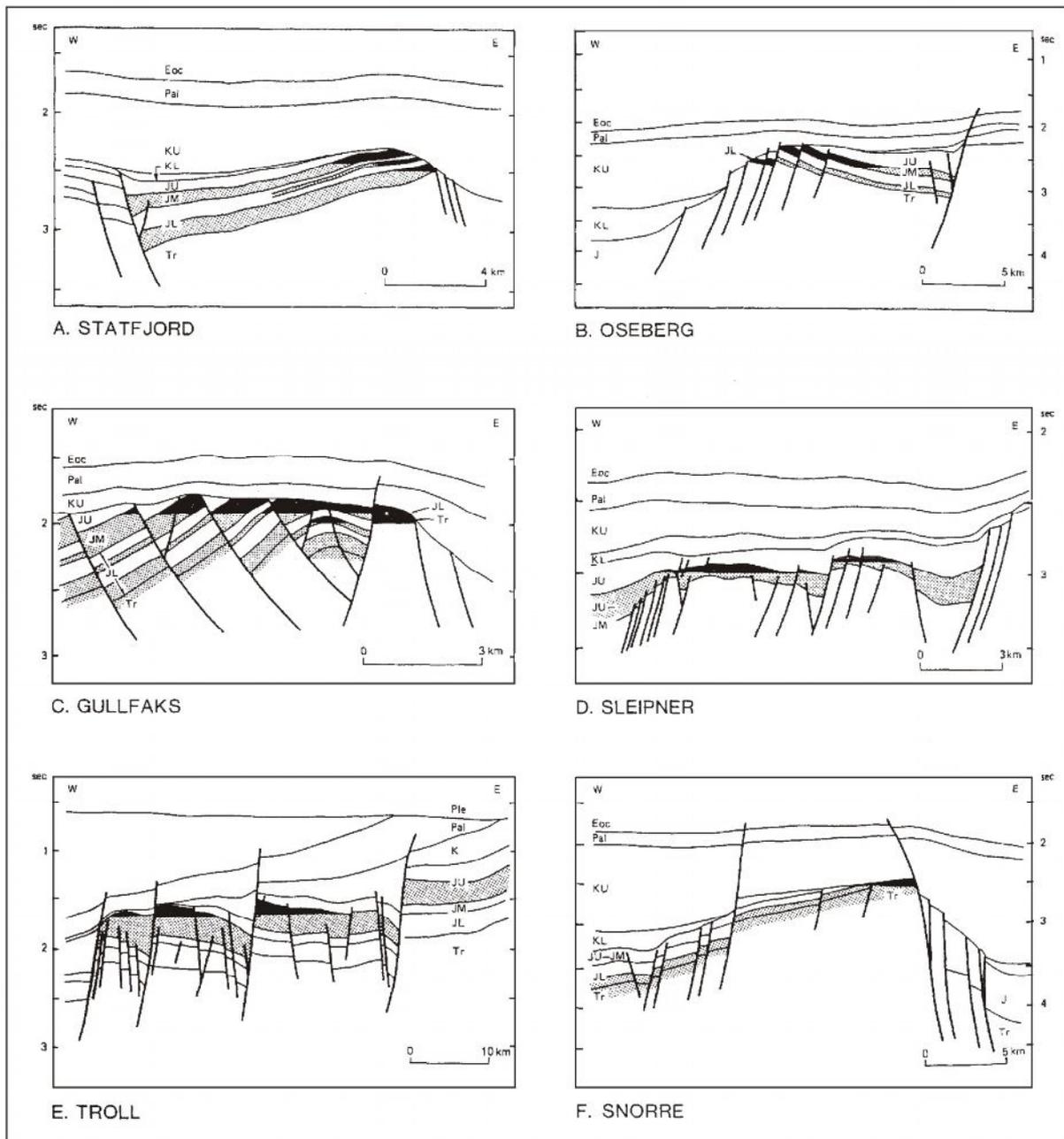


Рис. 8. Разрезы через месторождения Северная моря, показывающие характер ловушек для УВ [Førseth, Orpelbøen, Sæbøe, 1986]

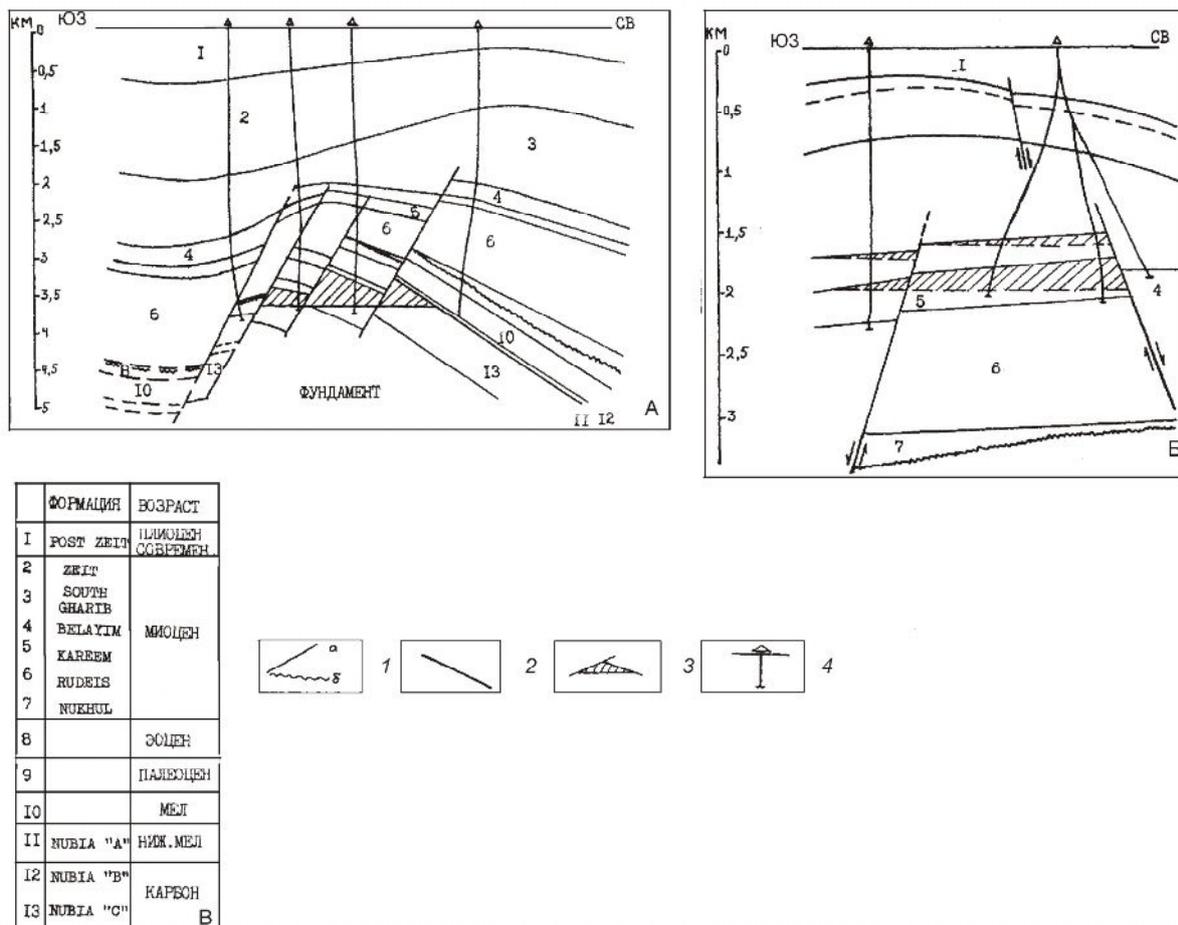


Рис. 9. Структурные разрезы месторождений Рамадан (А) и Эль Морган (Б)

В – Сводная стратиграфическая колонка [Brown, 1980]

1 – границы между формациями: а – согласные; б – несогласные, 2 – сбросы; 3 – залежи нефти; 4 – скважины

Завершая описание строения моря Лаптевых, следует вкратце остановиться на плохо изученной его части, расположенной между Северным разломом и континентальным склоном. Указанный разлом, фактически являющийся трансформной зоной довольно значительной ширины, на северо-востоке проходит по континентальному склону вдоль границы континентальной и океанической коры. Склон котловины Амундсена отличается более сложным рельефом дна, чем склон котловины Нансена. С внешней стороны трансформной зоны выявлены чуждые котловине Амундсена поднятия фундамента, имеющие континентальную природу и, видимо, являющиеся блоками хребта Ломоносова, оторванными от него при движении по Северной трансформе [Шипилов, 2004].

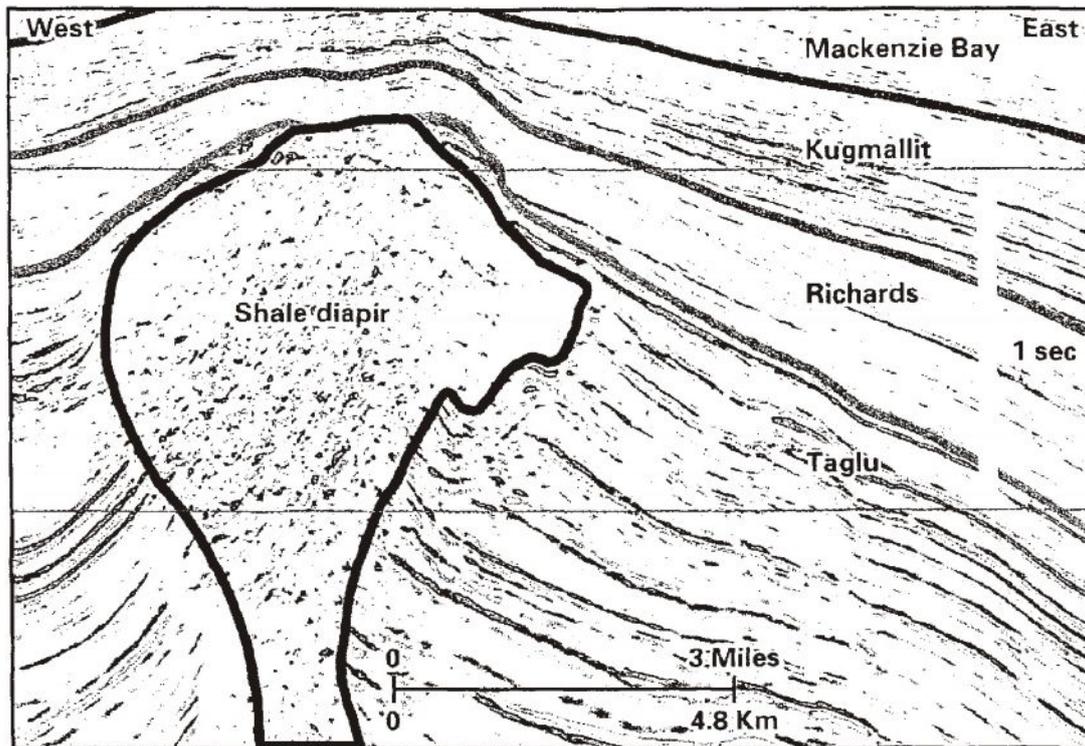


Рис. 10. Структура, связанная с глиняным диапиром, по данным сейсморазведки 3Д в НГБ Бофорта-Маккензи [Bergquist, Graham et al., 2003]

Западнее Северный разлом пересекает континентальный склон и углубляется в пределы шельфа (см. рис. 4). Однако перемещение по этому разлому хребта Ломоносова позволяет предполагать, что океаническая кора котловины Нансена распространяется в северо-западную часть современного шельфа. Поэтому ныне существующий склон является вторичным, возникшим в результате интенсивного сноса обломочного материала с прилегающего орогена, о чем говорит повышенная мощность осадков в котловине Нансена и простота рельефа ее континентального склона.

Высказанное предположение имеет определенное подтверждение в характере геофизических полей [Геология и полезные..., 2004, рис. 11, 12]. Магнитные и гравитационные аномалии Северной и Центральной зон Таймыро-Североземельского орогена, имеющие преимущественно северо-восточное простирание, срезаны склоном котловины Нансена. Аналогичным образом аномалии Южно-Таймырской зоны срезаются продолжающим континентальный склон бортом Лаптевского мегарифта. Аномалии Δg протягиваются в юго-восточной части шельфа, как отмечалось ранее, только до Северного разлома. Характерно, что здесь практически исчезает сопровождающая этот разлом на северо-востоке положительная аномалия и гравитационное поле является слабоотрицательным как к северо-западу от разлома, так и к юго-востоку, где континентальная кора сильно сокращена и переработана. В магнитном поле, напротив,

выразительность аномалий, соответствующих Северной трансформной зоне, сохраняется. Положительной аномалией Δg фиксируется Западно-Лаптевское поднятие, находящееся с внешней стороны трансформы, возможно, что оно тоже является обломком хребта Ломоносова. Северный прогиб, расположенный согласно с континентальным склоном, связан с опусканием внешней части шельфа к океанической котловине.

Проведенный анализ геолого-геофизических данных по Лаптевоморскому региону, сопоставление существующих точек зрения на его строение и сравнение с континентальными окраинами – аналогами позволяют сделать следующие основные выводы.

Строение моря Лаптевых является типичным для континентальных окраин торцевого вида, находящихся на продолжении оси разрастания океанического бассейна. Здесь находится система разномасштабных рифтовых структур, ориентированных ортогонально к континентальному склону. Крупнейшим ее элементом является заложенный в раннем кайнозое Лаптевский мегарифт сложного строения. Обширные размеры мегарифта, большая глубина и протяженность его внутренних грабенов обусловлены возникновением этой мегадепрессии в результате грандиозного, продолжающегося и в настоящее время процесса океанообразования, инициировавшего рифтогенез и определившего структурный стиль и особенности осадконакопления на лаптевоморском шельфе.

Однако до недавнего времени преобладало и еще сохраняется мнение об ограниченных масштабах рифтогенеза, обусловленного развитием Евразийского океанического суббассейна, и о преимущественном влиянии на строение шельфа структур доокеанического этапа, которые непосредственно связаны с материковым обрамлением и перекрыты на шельфе сравнительно маломощным синокеаническим плитным комплексом. Соответственно основные перспективы нефтегазоносности связывались с доокеаническим, дорифтовым этапом развития; данные об особенностях строения и закономерностях нефтегазоносности торцевых окраин-аналогов не учитывались.

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что осадочный чехол шельфа представлен синрифтовым (синокеаническим) комплексом, подстилаемым непосредственно складчатым позднекимерийским фундаментом, то есть, в осадочном разрезе отсутствуют отложения доокеанического этапа. Отсутствует также покровный (плитный, пострифтовый) комплекс, поскольку рифтогенез на шельфе еще не завершен.

Структурные особенности Лаптевского мегарифта, как и осевых рифтов на окраинах-аналогах, являются специфическими и не свойственны тектоническим элементам обрамления. Главной структурной формой здесь являются связанные с листрическими сбросами запрокинутые моноклиальные блоки, образующие протяженные ступени в прибортовых и

часто в глубоких частях рифтов. Основное число месторождений УВ в НГБ, приуроченных к торцевым рифтам, группируется вдоль таких ступеней и находится в моноклинальных ловушках. В Лаптевском мегарифте, как и в некоторых других однотипных бассейнах, можно ожидать также довольно широкого развития антиклинальных складок, обусловленных диапиризмом.

Таким образом, изменение представлений о строении лаптевоморского шельфа требует пересмотра нефтегеологических позиций, на которых основана оценка перспектив его нефтегазоносности и, следовательно, соответствующей ориентации дальнейших нефтегазопоисков.

Литература

Аветисов Г.П. Ещё раз о землетрясениях моря Лаптевых // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. Вып. 3. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2000. С. 104-114.

Андиева Т.А. Тектонические особенности Восточно-Арктического шельфа России // Настоящее и будущее сырьевой базы морской нефтегазовой промышленности России: Сб. докл. СПб.: Недра, 2004. С. 91 – 100.

Андиева Т.А. Взаимосвязь в строении и развитии континентальных и океанических структур // Геология, эволюция и нефтегазоносность современных и древних зон сочленения континентов и океанов. Л.: ВНИГРИ, 1988. С.111-126.

Аплонов С.В. Палеогеодинамика Западно-Сибирской плиты // Советская геология, 1989.- № 7. С.27-36.

Бондаренко Г.Е. Тектоника и геодинамическая эволюция мезозойд северного обрамления Тихого океана: Автореф. докт. дисс. М., 2004. 46 с.

Буценко В.В. Сейсмостратиграфическая датировка главных тектонических событий в Арктическом океане // Геофизический вестник. 2006. - № 11. С. 8 – 16.

Виноградов В.А., Драчев С.С. К вопросу о тектонической природе фундамента юго-западной части моря Лаптевых // Доклады РАН. 2000. – т. 372. - № 1. С. 72 - 74.

Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 9. Моря Советской Арктики / Под ред. И.С. Грамберга, Ю.Е. Погребницкого. Л.: Недра ЛО, 1984. 280 с.

Геология и полезные ископаемые России. Том 5. Арктические и Дальневосточные моря. Кн. 1. Арктические моря / Под ред. И.С. Грамберга, В.Л. Иванова, Ю.Е. Погребницкого. СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. 468 с.

Глебовский Ю.В., Минаков А.Н., Лихачев А.А., Меркурьев С.А. и др. Новая сводная карта магнитных аномалий Евразийского суббассейна – основа для геохронологического анализа истории его формирования // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. Вып. 5. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2004. С. 62 – 86.

Грамберг И.С., Пискарев А.Л. Этапы осадконакопления и тектогенез Лаптевского бассейна // Доклады РАН. 2002. – Т. 382. - № 1. С. 82 – 86.

Григоренко Ю.Н., Андиева Т.А. Геодинамика формирования и нефтегазоносность осадочных бассейнов Российской Арктики // Геодинамика нефтегазоносных бассейнов. Сб. докл. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. С. 90 – 97.

Гуревич Н.И., Мащенко С.П. Типы коры геоструктур глубоководного Арктического бассейна // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2000. Вып. 3. С.9-32.

Драчёв С.С. Тектоника рифтовой системы дна моря Лаптевых // Геотектоника. 2000. № 6. С.43-58.

Захаров В.А., Шурыгин Б.Н., Курушин Н.И., Меледина С.В., Никитенко Б.Л. Палеонтологические и палеоэкологические свидетельства присутствия арктического океана в мезозое // Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геология. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2002. С. 80 – 92.

Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. Кн. 1, 2. М.: Недра, 1990. 328 с; 334 с.

Иванов В.Л. Геологические предпосылки нефтегазоносности шельфа моря Лаптевых // Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2002. С. 202 - 208.

Иванова Н.М., Секретов С.Б. Разрез осадочного чехла центральной части моря Лаптевых (по данным МОВ ОГТ) // Геологическое строение приполярных акваторий Мирового океана. Л.: НПО «Севморгео», 1989. С. 77 – 91.

Иванова Н.М., Секретов С.Б., Шкарубо С.И. Данные о геологическом строении шельфа моря Лаптевых по материалам сейсмических исследований // Океанология. 1989. Т. 24. Вып. 5. С. 789 – 795.

Казанин Г.С., Кириллова-Покровская Т.А. Некоторые результаты сейсморазведочных работ МОВ ОГТ в море Лаптевых / Тезисы докладов Международной конференции «Нефть и газ Арктического шельфа – 2006». Мурманск, 15-17 ноября 2006г.: CD-R.

Ким Б.И. Строение и районирование складчатого основания шельфа моря Лаптевых // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. Вып. 2. СПб.: ВНИИОкеангеология. СНТ. 1998. С. 98 – 107.

Ким Б.И., Яшин Д.С. Верхнемеловой – кайнозойский структурный этаж Лаптевского шельфа (структура и перспективы нефтегазоносности) // Тектоника осадочных бассейнов Северной Евразии: Тезисы докл. М.: МГУ, 1995. С. 55 – 58.

Клещев К.А., Шеин В.С. Геодинамическая эволюция и нефтегеологическое районирование Арктики и прилегающих районов // Нефть, газ Арктики. Материалы международной научно-технической конференции. М.: Интерконтакт Наука, 2007. С.35-41.

Косько М.К. Стратификация осадочного чехла Восточно-Арктического шельфа России // Геодинамика нефтегазоносных бассейнов. Материалы Второй Международной конференции.- М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2005. С. 98-110.

Кравченко К.Н. Перспективы открытия зон нефтегазоаккумуляции на арктическом шельфе России с использованием островов, способствующих решению проблемы северного завоза топлива // Арктические акватории России – основные проблемы геологии и нефтегазоносности. М.: ВНИГНИ, 2003. С. 65 – 69.

Кравченко К.Н., Иванова О.В. Сравнительный анализ прогноза нефтегазоносности нефтяных бассейнов российского арктического шельфа // Арктические акватории России – проблемы геологии и нефтегазоносности. М.: ВНИГНИ, 2003. С. 85 – 96.

Лазуркин Д.В. Структурная позиция и геологическое строение моря Лаптевых // Геологические характеристики литосферы Арктического региона. Вып. 2. СПб.: ВНИИОкеангеология, 1998. С. 132 – 134.

Леонов М.Г., Балувев А.С., Кузьмичев А.Б., Леонов Ю.Г., Мазарович А.О., Полякова И.Д., Соколов С.Д., Соколов С.Ю., Хаин В.Е., Хуторский М.Д. Тектоника арктического шельфа России в исследованиях Геологического института РАН // Нефть, газ Арктики. Материалы международной научно-технической конференции под ред. В.П. Гаврилова. М.: Интерконтакт Наука, 2007. С.12-34.

Наливкин В.Д., Андиева Т.А., Григоренко Ю.Н. Строение и эволюция осадочных бассейнов краевой системы между континентом и океаном // Строение и динамика зон перехода от континента к океану. М.: Наука, 1986.С.115-120.

Объяснительная записка к тектонической карте морей Карского и Лаптевых и севера Сибири. Масштаб 1:2500000 / Ред. Н.А. Богданов, В.Е. Хаин. М.: Институт литосферы окраинных и внутренних морей РАН, 1998. 127 с.

Оксман В.С., Соколов С.Д., Бондаренко Г.Е. Орогенные пояса северо-западного сектора Палеоокеана // Геодинамика, магматизм и минерализация континентальных окраин Севера Тихого океана. Материалы Всероссийского совещания, посвященного 90-летию акад. Н.А. Шило (XII годовое собрание СВК ДВО РАН). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. Т.1. С.55-57.

Пискарев А.Л. Модели глубинного строения Арктического шельфа России // Российская Арктика: геологическая история, минерализация геология. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2002. С. 150 – 161.

Рудой А.С. Реконструкция позднекайнозойской эволюции Лаптевоморского седиментационного бассейна как основа для геологического районирования: Автореф. канд. дисс. СПб.: СПбГУ, 2002. 20 с.

Секретов С.Б. Нефтегазоносные бассейны морей Лаптевых и Восточно-Сибирского // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. Ч. II: Сб. докл. М.: МГУ, 1998. С. 178 – 180.

Соколов Б.А. Нефтегазоносность и рифтогенез // Новые идеи в геологии нефти и газа: Избранные труды. М.: Изд-во МГУ, 2001. С. 142 – 152.

Стратиграфия и палеонтология мезо-кайнозоя Советской Арктики / Ред. Н.И. Шульгина. Л.: ПГО Севморгеология, 1990. 144 с.

Тектоническая карта морей Карского и Лаптевых и севера Сибири м-ба 1:2500000 / Ред. Н.А.Богданов, В.Е.Хаин.- М.: Институт литосферы окраинных и внутренних морей РАН, 1998.

Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов (год 2000). М.: Научный мир, 2001. 606 с.

Шупилькевич Ю.В. О принципиальных подходах к интерпретации региональных сейсмических данных в слабоизученных районах Арктического шельфа // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. Вып. 3. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2000. С. 169 – 181.

Шушилов Э.В. К тектоно-геодинамической эволюции континентальных окраин Арктики в эпоху молодого океанообразования// Геотектоника, 2004. №5. С.26-52.

Bergquist C.L., Graham P.P., Johnston D.H., Rowlinson K.R. Canada's Mackenzie Delta: Fresh look at an emerging basin // Oil&Gas Journal, 2003. V. 101. № 42. P. 42 – 46.

Brown R.N. History of exploration and discovery of Morgan, Ramadan and Zuly oil fields, Gulf of Suez, Egypt. // Facts and principles of World Petroleum occurrence. Can. Soc. of Petrol. Geol., 1980. P. 733 – 764.

Drachev S.S., Savostin L.A., Groshev V.G., Bruni J.E. Structure and geology of the continental shelf of the Laptev Sea // Tectonophysics, 1998. V. 298. P. 357 – 393.

Enachescu M.E. Structural Setting and Validation of Direct Hydrocarbon Indicators for Amauligak Oil Field, Canadian Beaufort Sea // Bull. AAPG, 1990. Vol. 74. № 1. P. 41 - 59.

Færseth R.B., Oппelbøen K.A., Sæbøe A. Trapping Styles and Associated Hydrocarbon Potential in the Norwegian North Sea // Future Petroleum Provinces of the World. AAPG Memoir, 40. 1986. P. 585 – 599.

Franke D., Hinz K., Oncken O. The Laptev Sea Rift // Marine and Petroleum Geology, 2001. №18. P. 1083 – 1127.

Rouby D., Fossen H., Cobbold P.R. Extension, Displacement, and Block Rotation in the Larger Gullfaks Area, Northern North Sea: Determined from Map View Restoration // Bull. AAPG, 1996. V. 80. № 6. P. 875 – 890.

Рецензент: Храмов Алексей Никитич, доктор физико-математических наук.