

УДК 551.351(268)

Карта мощности осадочного чехла Северного Ледовитого океана

*Поселов В.А., Жолондз С.М., Трухалев А.И., Косько М.К., Поселова Л.Г., Буценко В.В.,
Павленкин А.Д., Верба В.В., Ким Б.И.*

Карта мощности осадочного чехла Северного Ледовитого океана построена по результатам анализа и переобработки материалов МОВ, МОВ-ОГТ, МПВ и ГСЗ, выполненных как российскими, так и зарубежными исследователями. Она может служить фактологической основой для последующих тектонических построений и прогнозных оценок. Построенная цифровая карта мощности осадочного чехла СЛО отличается от имевшихся ранее карт на этот регион существенно большей детальностью - для ее составления удалось привлечь существенно больший объем новых сейсмических материалов. Данная карта является очередным этапом в процессе обобщения и анализа сейсмических данных по акватории СЛО. Несомненно, она будет уточняться и совершенствоваться по мере поступления новых геолого-геофизических материалов. Тем не менее, основные закономерности распределения осадочных образований акватории СЛО вряд ли претерпят принципиальные изменения.

Карта мощности осадочного чехла по глубоководной части Северного Ледовитого океана (СЛО) построена по результатам анализа и переобработки материалов МОВ, МОВ-ОГТ, МПВ и ГСЗ, которые, начиная с 1960-х годов, выполнены российскими и зарубежными исследователями.

Российские исследования МОВ:

- по линиям дрейфа станций «Северный полюс» (ААНИИ, ВНИИОкеангеология, ПМГРЭ) (рис. 1);

- по линиям дрейфа высокоширотных воздушных экспедиций «Север» (ВВЭ «Север») (ГУНиО МО СССР с участием ВНИИОкеангеология и ПМГРЭ) (рис. 1);

- площадные зондирования в составе экспедиций «Север» (ГУНиО МО СССР с участием ВНИИОкеангеология и ПМГРЭ), на основе которых построена система компилятивных сейсмотриметрических профилей (рис. 2);

- на геотраверсах по программам «Трансарктика» (ПМГРЭ, ВНИИОкеангеология), «Арктика-2005» и «Арктика-2007» (ВНИИОкеангеология) (рис. 1);

- работы МОВ ОГТ с длинной косой (6-8 км) на опорных профилях 1-АР, 2-АР, 3-АР, 4-АР и 5-АР (Севморгео), 7-А (МАГЭ) (рис. 1).

Российские исследования МПВ-ГСЗ:

- в высокоширотных воздушных экспедициях «Север»;

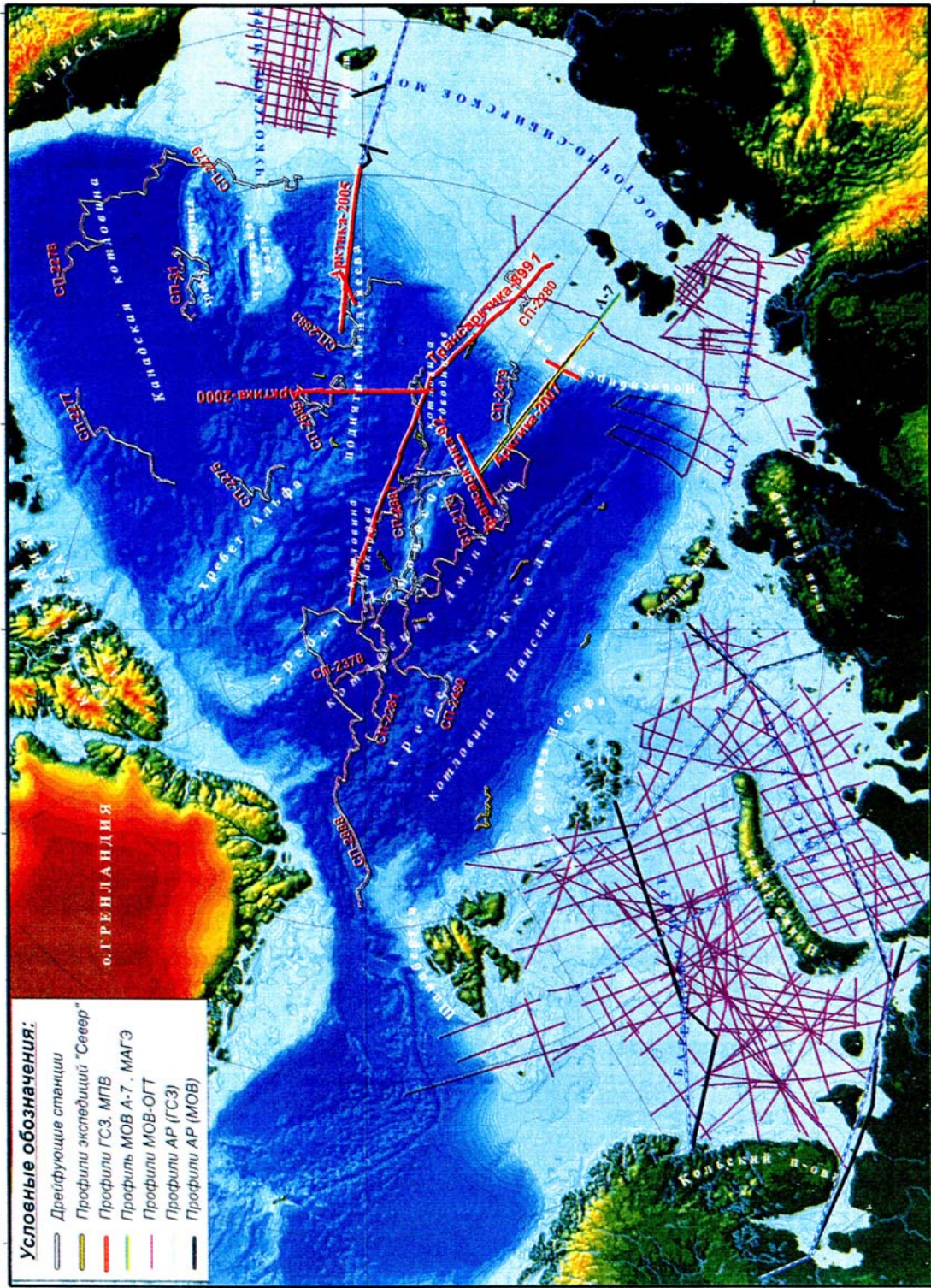
- на геотраверсах по программам «Трансарктика», «Арктика-2000», «Арктика-2005» и «Арктика-2007» (рис. 1).

Зарубежные исследования МОВ и МПВ-ГСЗ (рис. 3):

- на дрейфующих сезонных и круглогодичных станциях;

- во время экспедиций на научно-исследовательских ледоколах.

30° з. д. 60° з. д. 90° з. д. 120° з. д. 150° з. д.



65° с. ш.

65° с. ш.

60° в. д. 90° в. д. 120° в. д.

Рис. 1. Российские сейсмические исследования в Северном Ледовитом океане.

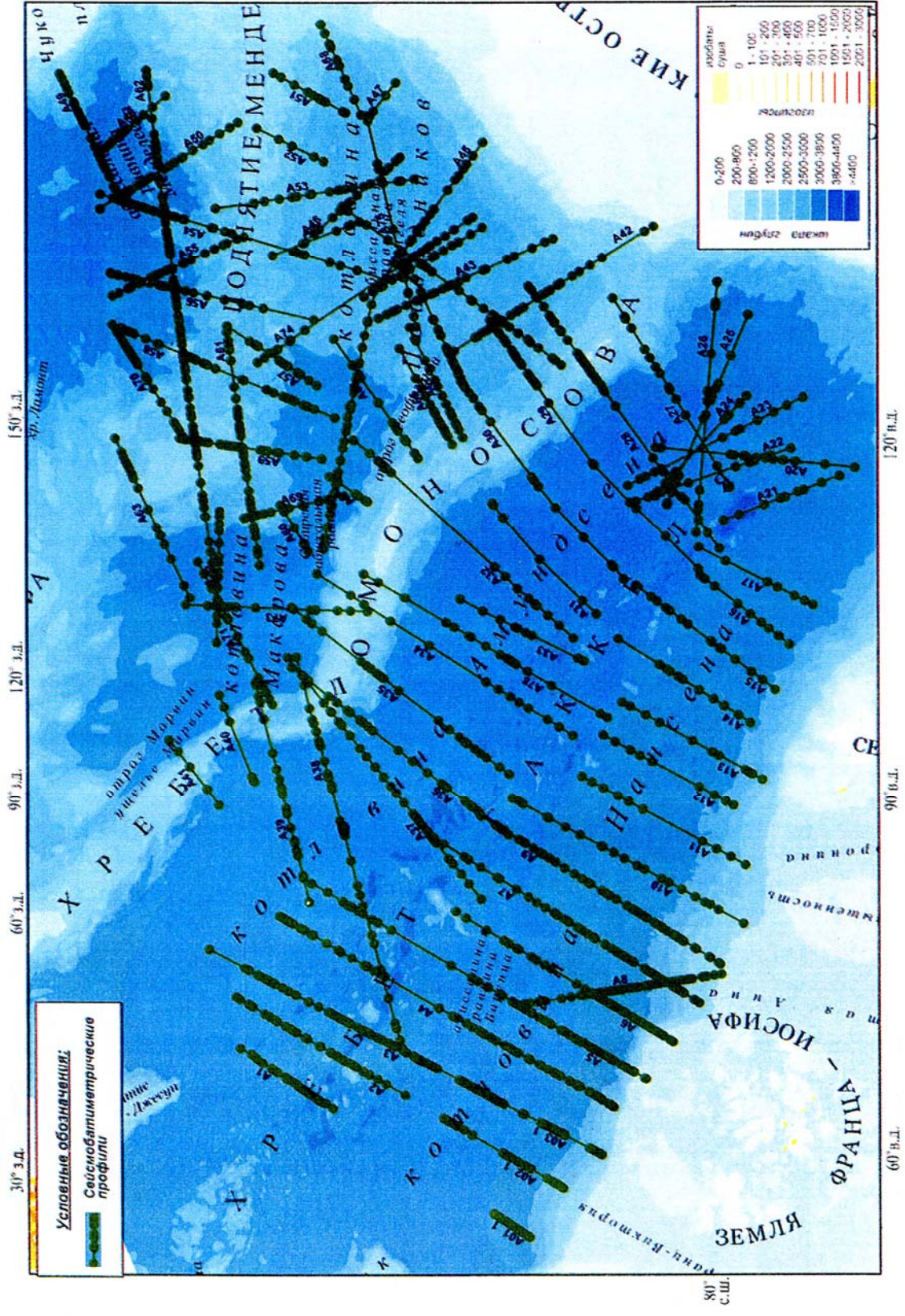


Рис. 2. Российские сейсмобатиметрические профили.

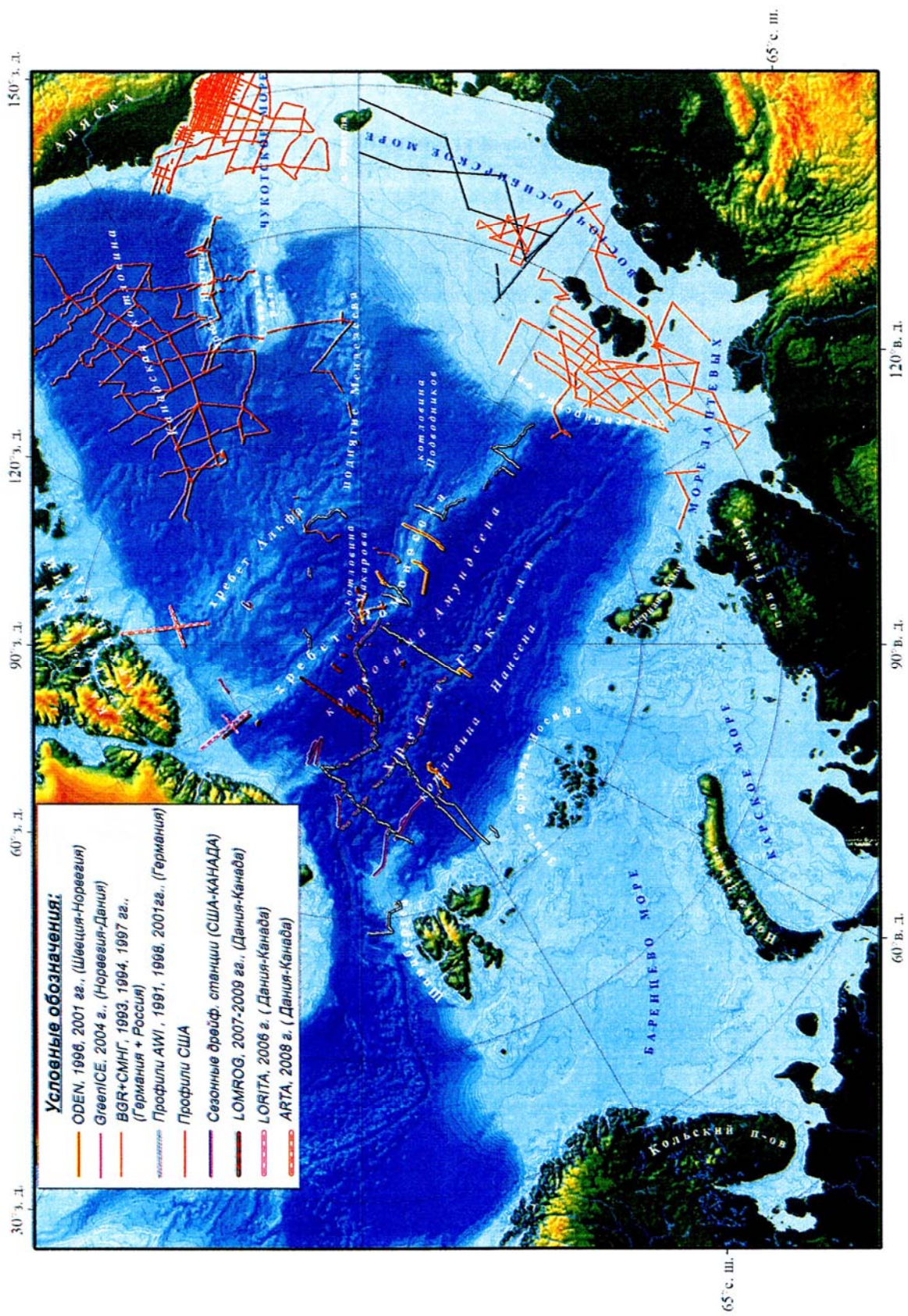


Рис. 3. Зарубежные сейсмические исследования в Северном Ледовитом океане.

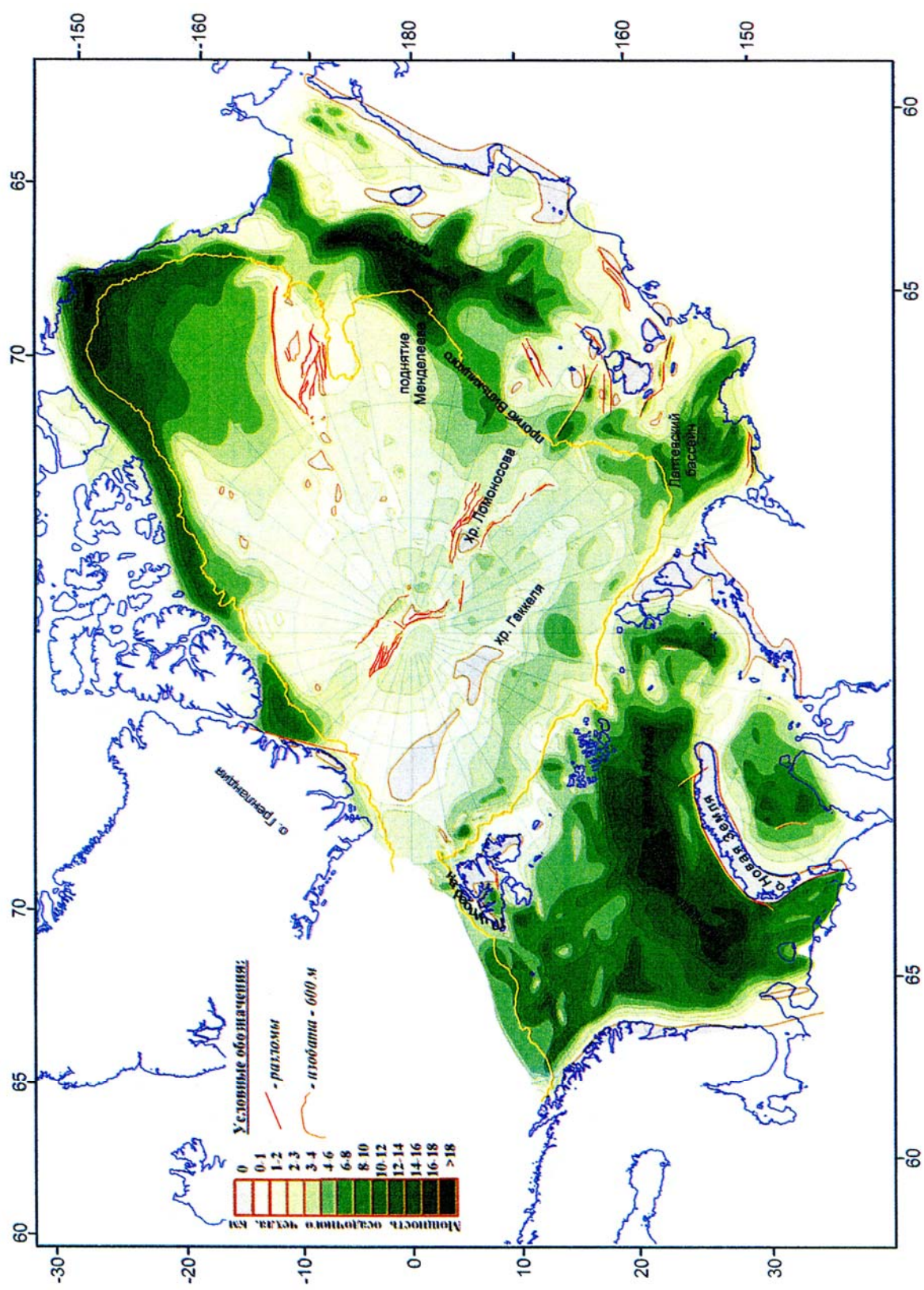


Рис. 4. Карта мощности осадочного чехла Северного Ледовитого океана.

Общий объем материалов, полученных указанными организациями и обработанных и переработанных с участием специалистов ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга, составил: ГСЗ - 3510 км, МПВ - 370 км, МОВ по линиям дрейфа станций - 14568 км, компилятивных сейсмобатиметрических профилей - 39540 зондирований.

Доступные данные зарубежных исследований выглядят более скромно: это данные по профилям ГСЗ «АКТА» и «LORITA» (Канада, Дания) [Jackson et al., 2010], материалы экспедиций на НИС «Oden» (Норвегия) и «Polarstern» (AWI, Германия), «Healy-2005» (Норвегия, США) и ряд других, более ранних исследований. Наиболее значительный объем зарубежных исследований СЛО сейсмическими методами МОВ-ОГТ и МПВ был выполнен на ледокольных НИС «Polarstern» [Jokat, 2003; 2005; Jokat & Micksch, 2004; Jokat et al., 2007] и «Oden».

Необходимо отметить неравномерную и в целом недостаточную для составления кондиционной карты мощности осадочного чехла масштаба 1:5 000 000 степень сейсмической изученности как глубоководной части СЛО, так и Арктического шельфа.

Наиболее детально изучен шельф Баренцева моря, большая площадь которого покрыта площадными съемками МОВ-ОГТ и КМПВ-ГСЗ. Материалы этих исследований в разное время обобщались М.Л. Вербой, Н.М. Ивановой, А.К. Боголеповым, Э.В. Шипиловым и другими и были представлены в виде производственных отчетов и научных публикаций [Боголепов и др., 1991; Верба и др., 2001; 2005; Верба, 2008; Строение литосферы..., 2005; Шипилов и Моссур, 1990].

В восточном секторе наименее полно изучен шельф Восточно-Сибирского моря, где сейсмическими исследованиями охвачена только его крайняя западная часть.

Сейсмические работы в восточно-арктических морях проводились ПМГРЭ, МАГЭ, ЛАРГЕ, трестом «Севморнефтегеофизика», а также совместно федеральным институтом геологии и природных ресурсов Германии (BGR) и трестом «Севморнефтегеофизика». Работы выполнялись в модификациях КМПВ, МПВ-ГСЗ, МОВЗ и МОВ-ОГТ.

Особую ценность представляют сейсмические работы на опорном профиле 5-АР, которые позволяют увязать сейсмогеологические разрезы глубоководной части, шельфа и суши.

В глубоководной части СЛО для структурных построений по ряду регионов, где сейсмические данные отсутствуют или недоступны, использовались корреляционные зависимости между гравиметрическими и сейсмическими данными, а также комплексный анализ батиметрической карты СЛО и схемы изогипс поверхности первого магнитоактивного слоя [Gramberg et al., 1999; Grantz et al., 2009].

Для областей российского шельфа привлекались структурные карты и разрезы, имеющиеся в отчетах и научных публикациях [Тектоническая карта..., 1996; 1998; The Barents Sea..., 2007], которые корректировались с учетом данных сейсмических работ последних лет.

Исходный предварительный авторский макет был генерализован с целью облегчить целостное восприятие структурного ансамбля осадочного чехла и увязать его с региональными тектоническими моделями, созданными на основе геологических наблюдений на материковой и островной суши. Убраны малодостоверные и не отвечающие масштабу карты детали. Внесенные изменения в рисовку полигонов и линейных элементов карты находятся в пределах погрешностей исходных данных и масштаба карты.

Методика построения карты мощности осадочного чехла

Под осадочным слоем в данной работе понимаются недислоцированные осадочные отложения разного возраста, фиксирующиеся на профилях МОВ. Таким образом, на представляемой карте системой изопахит отражена мощность койлогенного бассейнового комплекса - недислоцированных осадочных отложений позднемезозойско-кайнозойского

(для глубоководных областей океана) или палеозойско-кайнозойского возрастов (для шельфовых областей океана). Нижележащие осадочные образования, залегающие между кровлей верхней коры (кристаллического или разновозрастного складчатого фундамента) и подошвой койлогенного комплекса, в той или иной степени дислоцированные и/или метаморфизованные, рассматриваются нами как составная часть основания койлогенного комплекса. Обычно их относят к образованиям так называемого промежуточного структурного этажа, хотя некоторые исследователи включают эти образования в состав осадочного чехла [*Gramberg et al., 1999*].

Карта мощности осадочного чехла строилась в несколько этапов. Так как большинство опубликованных сейсмических материалов представлено в виде временных разрезов для более уверенной увязки горизонтов осадочного чехла и фундамента, а также для унификации перевода временных разрезов в глубинные все предварительные построения первоначально выполнялись во временной области.

Для построения карты в глубоководной части СЛО на всех имеющихся сейсмических временных разрезах МОВ, МОВ-ОГТ был выбран и откоррелирован горизонт, связываемый нами с подошвой осадочного чехла. В глубоководной части СЛО он определялся либо по самому глубокому протяженному отражению, либо по резкой смене регулярного волнового поля на эпизодические наклонные короткие рефлекторы.

Для построения карты мощности во временной области была создана «таблица точек» с географическими координатами и данными Z-дна, Z-фундамента и ΔZ -мощности осадков в масштабе двойного времени пробега. Данная таблица была получена путем снятия значений времен с цифровых или с оцифрованных «твердых» копий разрезов. В связи с тем, что большинство разрезов не имеют регулярного шага между трассами, снятие времен производилось по фактическому положению точек определения времен. Были построены несколько вариантов карт в масштабе времен, которые затем анализировались на логичность построений и соответствие с ожидаемой моделью.

На следующем этапе проводилось изучение скоростных данных по площади исследования, для чего использовались все доступные сейсмические материалы. Скоростной анализ был проведен для каждой крупной морфоструктуры СЛО, и на его основе для этих структур были построены обобщенные зависимости $V(t)$.

Сопоставление графиков $V_{пл.}$ по котловинам Нансена и Амундсена в прилаптевоморской части Евразийского суббассейна позволило выделить слои со значениями пластовых скоростей 1,8-1,9; 2,0-2,2; 2,4-3,0; 3,4-3,8 км/с, мощности которых варьируют в небольших пределах. Это дало основание построить обобщенную скоростную кривую для котловин Нансена и Амундсена в прилаптевоморской части Евразийского суббассейна с пластовыми скоростями в слоях 1,8-1,9; 2,0; 2,6; 3,6 км/с.

Обобщенная скоростная модель центральной части Евразийского суббассейна для котловин Амундсена и Нансена состоит из следующих скоростных слоев: 1,9; 2,2; 2,6; 3,7; 4,6 и 5,2 км/с.

Анализ волнового поля и скоростных характеристик осевой части хр. Гаккеля показал наличие осадков только в отдельных впадинах. В разрезе выделяются один, в редких случаях два комплекса со скоростями 1,8-1,9 и 2,0-2,2 км/с. На склонах хребта количество осадочных слоев местами возрастает до трех: 1,9; 2,2 и 2,7-3,0 км/с.

На хребте Ломоносова выделяются осадочные комплексы со скоростями в слоях 1,8; 2,0-2,1; 3,5; 4,0; 4,2-4,3 км/с.

Для поднятия Менделеева была использована обобщенная скоростная зависимость со слоями 1,9; 3,3; 4,2 км/с.

Обобщение скоростных зависимостей для котловины Подводников позволило построить обобщенную скоростную зависимость со скоростями в слоях 1,6; 1,75; 1,8; 2,0; 2,15; 2,45; 2,7; 3,6 км/с.

Трансформация временных разрезов в глубинные осуществлялась процедурой «Time/Depth Conversion» обрабатывающего комплекса ProMAX. Данная процедура

позволяет вводить в систему зависимости $V_{\text{инт.}}(t)$. Водный слой учитывается путем задания скорости в нем (1,46 км/с) и глубины дна во временной области. По данным ГСЗ устанавливается почти линейное нарастание скорости в среде в пределах осадочного слоя от значений 1,6-1,9 км/с до 3,5-4,5 км/с. Разрезы ГСЗ - глубинные, что позволяет найти среднюю (среднепластовую) скорость в осадочном слое. Оказалось, что по геотраверсу Трансарктика-92 эта скорость равна 2,8 км/с, по геотраверсу Арктика-2000 - 2,7 км/с, по геотраверсу Арктика-2005 - 3,1 км/с, по геотраверсу Арктика-2007 - 2,9 км/с, по геотраверсу Трансарктика-89-91 - 3,2 км/с. Среднее значение скорости - 3,0 км/с, дисперсия - до 0,2 км/с, максимальная погрешность - 0,2 км/с или 7% от значения скорости. Это полностью отвечает возможностям сейсмических методов и удовлетворяет требованиям по определению положения ВГКШ. Поэтому при построении глубинных разрезов была принята двухслойная модель среды со скоростями 1,46 км/с в водном слое и 3,0 км/с - в осадочном слое.

В общей сложности использованная для построения карты база данных включает в себя более 53 400 точек определений мощности осадков. Построение карты проведено средствами ArcGIS (грид с размером ячейки 5x5 км). Дополнительные значения мощности осадочного чехла на участках, не покрытых сейсмическими профилями, были заимствованы с предшествующих карт мощности осадочного чехла [*Gramberg et al., 1999; Grantz et al., 2009*].

Для каждой из шельфовых областей на основе всех имеющихся данных составлялись авторские макеты карт, оцифрованные изопохиты которых легли в основу цифровой матрицы Евразийского шельфа.

Таким же образом была составлена цифровая матрица для канадской части шельфа, по которой у авторов отсутствуют сейсмические данные.

Особенности распределения мощности осадков в акватории Северного Ледовитого океана и прилегающего шельфа

Рассматриваемая карта (рис. 4) может служить фактологической основой для последующих тектонических построений и прогнозных оценок. Основываясь на имеющихся данных о возрасте осадочных комплексов, выполняющих наиболее крупные осадочные бассейны СЛО, можно сделать предварительные выводы:

1. В структуре осадочного чехла вырисовывается пояс глубоких шельфовых и окраинно-шельфовых прогибов (Баренцево - Северо-Карского, Вилькицкого - Северо-Чукотского, бассейнов Нувук, Кавтолак, моря Бофорта - дельты Маккензи, шельфа Канадских Арктических островов, моря Линкольна и др.). Мощность осадочного чехла в этих прогибах достигает 18-20 км; при этом главную или весьма значительную роль (до половины общей мощности осадочного разреза) в нем играют палеозойско-мезозойские отложения, перекрываемые в свою очередь достаточно мощными (до 10-11 км) позднемезозойско-кайнозойскими толщами. Скорее всего, эти прогибы являются телескопированными, образовавшимися в результате проявления нескольких эпох континентального рифтогенеза (пермо-триасового, позднемезозойского и др.)

2. Выделяется система субмеридиональных впадин с мощностью позднемезозойско-кайнозойского осадочного чехла до 6-10 км (Евразийско-Лаптевоморская, Макарова - Подводников - Жохова и др.) и разделяющих их поднятий (Ломоносовско-Новосибирского, Альфа - Менделеева - Врангеля) с сокращенной (до 1 км и менее) мощностью осадочного чехла и выходами докойлогенного фундамента (разновозрастного складчатого, кристаллического и др.).

Система субмеридиональных структур осадочного чехла является общей для глубоководных и шельфовых частей океана и, скорее всего, более молодой, наложенной на систему палеозойско-мезозойских окраинно-шельфовых прогибов.

3. Из положительных структур особо следует выделить хребет Гаккеля - наиболее молодую орогенно-спрединговую структуру с выходами кайнозойского океанического фундамента, формирующуюся в осевой части Евразийского осадочного бассейна.

Современный структурный план СЛО (разделение его на шельфовые и глубоководные области, образование внутриокеанических субмеридиональных поднятий, ограниченных системой ступенчатых сбросов) сформировался в результате неотектонического погружения внутренних областей современного океана. При этом ранее сформированные структуры осадочного чехла не претерпели сколько-нибудь существенных преобразований (за исключением осадочной толщи Евразийского суббассейна, прорванной протрузиями формирующейся океанической коры). Поэтому основные морфоструктуры области Центрально-Арктических поднятий (хребет Ломоносова и система поднятий Альфа-Менделеева, система впадин Макарова-Подводников) и их шельфовые продолжения отчетливо проявлены на карте мощности осадочного чехла.

Осадочный чехол Евразийского шельфа. Западный и восточный сектора Евразийского шельфа разделены Лаптевским седиментационным бассейном. В западном секторе региональными структурами первого порядка являются Баренцево-Северо-Карский седиментационный бассейн и Южно-Карский седиментационный бассейн. Восточный сектор шельфа в наиболее авторитетных публикациях рассматривается как единый седиментационный бассейн первого порядка [*Геология и полезные ископаемые...*, 2004; *Кораго и Косько, 2006; Кораго и др., 2008; Косько и др., 2008; Gramberg et al., 1999; Greissler & Jokat, 2004; Kos'ko et al., 1998; Krasilshikov et al., 2008; Suprunenko & Kos'ko, 2005*]. Существенно пополненная к настоящему времени сейсморазведочная информация и современные геодинамические подходы позволят, по-видимому, усовершенствовать районирование осадочного чехла Восточно-Арктического шельфа.

Баренцево-Северо-Карский седиментационный бассейн. Баренцево-Северо-Карский бассейн охватывает акваторию Баренцева и Печорского морей, территорию Большеземельской тундры, а также северную часть Карского моря. От Западно-Сибирского седиментационного бассейна он отделен поднятиями: Полярный Урал, Пай-Хой, о. Вайгач, арх. Новая Земля, погребенный Северо-Сибирский порог с островами Известий ЦИК, Северный Таймыр. Граница с океаническими Норвежско-Гренландским бассейном и Евразийским суббассейном маркируется цепью купольных поднятий фундамента на внешнем шельфе, венчаемых архипелагами Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Северная Земля. Вдоль границы с Евразийским суббассейном архипелаги разделены поперечными к континентальному склону периокеаническими желобами. Желобами структура Баренцево-Северо-Карского седиментационного бассейна связывается с осадочными бассейнами внешнего шельфа и континентального склона. В фундаменте бассейна распространены разновозрастные складчатые структуры с вкраплениями древних кристаллических блоков. На западе развит каледонский фундамент [*Кораго и др., 2008*].

Осевая зона Баренцево-Северо-Карского седиментационного бассейна образована Баренцевоморским мегапрогибом. Поперечными структурными седловинами мегапрогиб разделен на серию депоцентров. В пространстве между осевой зоной и обрамляющими поднятиями располагаются Свальбардская плита на западе, Кольская моноклинал и Печорская плита на юге, Приновоземельская и Присевероземельская области на востоке и юго-востоке [*Геология и полезные ископаемые...*, 2004; *Suprunenko & Kos'ko, 2005*]. Мощность осадочного чехла в осевой зоне достигает 18-20 км. На большей части Баренцево-Северо-Карского бассейна осадочный чехол может быть расчленен на три литолого-стратиграфических комплекса: протерозойский (преимущественно вендский) - нижнепермский терригенно-карбонатный, верхнепермско-триасовый терригенный и юрско-меловой терригенный.

Региональные структуры. Баренцевоморский мегапрогиб располагается на востоке Баренцева моря и продолжается в северную часть Карского моря. Протяженность мегапрогиба около 2000 км при ширине до 600 км. Мегапрогиб подразделяется на Южно-Баренцевскую, Северо-Баренцевскую и Северо-Карскую синеклизы, разделенные структурными седловинами и порогами.

Свальбардская плита занимает северо-западную часть Баренцева моря. Она является структурной террасой между поднятым блоком с обнаженным фундаментом на Шпицбергене и Баренцевским мегапрогибом. На Свальбардской плите широко развиты контрастные платформенные складки. В нижних горизонтах осадочного чехла выявляются горсты и грабены, ограниченные сбросами амплитудой до 1,5 км.

На юге ограничениями Баренцевоморского мегапрогиба являются моноклинали, связывающие мегапрогиб с Балтийским щитом на западе и Печорской синеклизой на востоке. Моноклинали нарушены субпараллельными сбросами со ступенчато погружающимися к депоцентру северными крыльями. Печорская синеклиза наложена на байкальский фундамент. Нижние комплексы осадочного чехла образуют ансамбль прогибов, валов, структурных террас и моноклиналей, сопровождаемых разрывными нарушениями. Генеральное простирание структур - северо-западное.

Предновоземельская структурная область обрамляет Баренцевоморский мегапрогиб с востока и юго-востока. Она является переходной зоной между Новоземельским горно-складчатым поясом и Баренцевоморским мегапрогибом. Предновоземельская область состоит из структурных террас, прогибов и поднятия - вала Адмиралтейства.

Южно-Карский седиментационный бассейн. Южно-Карский бассейн является северной впадиной эпипалеозойской Западно-Сибирской внутриконтинентальной плиты. От Северо-Карского бассейна он отделен Северо-Сибирским (Новоземельско-Таймырским) порогом. На западе его ограничением служит Пайхойско-Новоземельская, а на юго-востоке - Таймырская складчатые системы [*Геология и полезные ископаемые...*, 2004; *Gramberg et al., 1999; Suprunenko & Kos'ko, 2005*].

Бассейн выполнен стратифицированными толщами от пермского (?) до четвертичного возраста. В разрезе выделяются пермь-нижнетриасовый, предположительно рифтогенный комплекс, ниже-верхнетриасовый комплекс и юрско-четвертичные комплексы, отвечающие стадиям общего ареального прогибания бассейна - синеклизной стадии.

Центральная область Южно-Карского бассейна, его депоцентр, выделяется как Южно-Карская впадина. Периферические зоны бассейна образованы моноклиналями и структурными террасами.

В Южно-Карской впадине мощность чехла достигает 12 км, сокращаясь с юга на север от 6-12 км до 4-7 км. Уменьшение мощности идет в основном за счет триаса и, частично, юры. Впадина характеризуется наличием частных структур различных рангов, изометричных в южной половине и вытянутых на севере. В основании осадочного чехла, судя по особенностям аномальных потенциальных полей, располагаются пересекающиеся рифтогенные грабены северо-западного и северо-восточного простирания. Поперечные размеры наиболее крупных из частных структур достигают первых сотен километров, вертикальная амплитуда по подошве чехла обычно не превышает 1,5 км, достигая в исключительных случаях 5 км. Вверх по разрезу амплитуда поднятий сокращается от горизонта к горизонту до 100 м в верхнемеловых слоях. В периферической зоне осадочный чехол погружается к депоцентру от выходов подошвы на поверхность до глубины 5,5 км.

Лаптевский седиментационный бассейн. Лаптевский бассейн как морфоструктура, представляет собой открытую в Евразийский суббассейн центриклиналь [*Геология и полезные ископаемые...*, 2004; *Кораго и Косько, 2006; Кораго и др., 2008; Кораго, 1988; Косько и др., 2002; Косько, 2007; Franke et al, 1998; Gramberg et al., 1999; Piskarev et al.,*

1999]. На западе Лаптевский бассейн ограничен Таймыро-Североземельскими горно-складчатыми сооружениями. Вдоль побережья Таймыра трассируется Нордвикская зона разломов. На юге бассейн ограничен поднятиями кряжа Прончищева, на востоке - Святоносско-Котельническим поднятием.

Возраст осадочного чехла в Лаптевском бассейне позднемезозойский-кайнозойский. Выполнение бассейна подразделяется на меловую, палеоген-неогеновую и плиоцен-четвертичную толщи, перекрывающие позднекиммерийский складчатый фундамент. Выделяются Западно-Лаптевская и Восточно-Лаптевская области [*Геология и полезные ископаемые...*, 2004; *Косько и др.*, 2002].

В Западно-Лаптевской области основание бассейна погружено до 13 км. Внутри области выделяются горсты и грабены северо-западного простирания. Это область континентального рифтогенеза на простирании океанического рифта в Евразийском бассейне. В северо-западном и северном направлении при приближении к краю шельфа горсто-грабеновая структура сменяется складками и разрывными нарушениями Хатангско-Ломоносовской зоны [*Косько и др.*, 2008; *Suprunenko & Kos'ko*, 2005].

Восточно-Лаптевская область представляет собой структурную террасу между Западно-Лаптевской областью и Котельническо-Святоносским поднятием. Глубина залегания фундамента в пределах террасы редко превышает 3 км. Восточно-Лаптевская область и Котельническо-Святоносское поднятие разделены Анисинским прогибом и Бельковско-Святоносским грабеном северо-западного простирания [*Косько*, 2007].

Осадочный чехол восточного сектора Евразийского шельфа. До недавнего времени из-за недостаточной изученности осадочный чехол Восточно-Сибирского и Чукотского морей рассматривался как выполнение единого Восточносибирско-Чукотского седиментационного бассейна [*Геология и полезные ископаемые...*, 2004; *Кораго и Косько*, 2006; *Кораго*, 1988; *Косько и Супруненко*, 2003; *Косько*, 2006; 2007]. Сейчас очевидна необходимость детализации районирования этой обширной области на основе новейших сейсморазведочных данных. Однако эта информация пока доступна крайне ограниченно, и было бы преждевременным кардинально менять устоявшиеся представления. Остается ограничиться лишь отдельными частными уточнениями.

Осадочный чехол Восточно-Арктического шельфа разделяется на палеозойский (рифейский?) - раннемезозойский и средне меловой-кайнозойский структурные этажи.

В американском секторе Чукотского моря в нижнем структурном этаже установлены среднедевонский-пермский (нижнеэлсмирский) сейсмокомплекс, пермско-юрский (верхнеэлсмирский) сейсмокомплекс, юрско-раннемеловой рифтовый комплекс [*Sherwood et al.*, 2002].

Скважинами вскрыт полный разрез верхнего структурного этажа осадочного чехла. По этим данным и, опираясь на экстраполяции с материковой и островной суши, можно полагать, что в верхнем структурном этаже широко распространены апт-альбские континентальные, олигоцен-раннемиоценовые и плиоцен-антропогеновые континентальные и прибрежно-морские отложения [*Косько*, 1988; 2005; 2006; 2007; *Косько и др.*, 2008; *Sherwood et al.*, 2002]. Поздне меловые осадки достоверно известны только на островах Анжу. Палеоценовые, эоценовые, средне- и позднемиоценовые, ранне-плиоценовые отложения встречаются часто, но на ограниченных площадях в локальных структурах. На Чукотке и Новосибирских островах они трансгрессивно перекрываются позднеолигоцен-миоценовой толщей.

На западе Восточно-Сибирского моря, так же как и в море Лаптевых, прослежены по площади три региональных несогласия [*Franke et al.*, 1998]. Нижнее несогласие - кровля акустического фундамента - датируется поздним мелом - ранним палеоценом. Среднее несогласие находится вблизи границы раннего и позднего олигоцена, что соответствует трансгрессивно-регрессивным событиям в регионе и кривой Вэйла. Для верхнего несогласия предполагается позднемиоценовый возраст 9-10 млн лет, что связывается с существенным падением уровня Мирового океана. Существует также плохо

прослеживаемое позднеплиоценовое несогласие. Выбор возраста верхнего рефлятора на профилях МОВ-ОГТ остается произвольным, и верхний сейсмокомплекс с равными основаниями может датироваться как плиоцен-четвертичный, так и верхнемиоцен-четвертичный.

Стратиграфический объем осадочного чехла оценивается исходя из районирования складчатого фундамента [*Кораго и Косько, 2006; Косько, 2007; Kos'ko et al., 1998*]. На юге от побережья до надвигового фронта, простирающегося от о. Б. Ляховский до п-ова Лисберн на Аляске, нижние горизонты осадочного чехла не древнее среднего мела. Севернее от островов Анжу до 176° з.д. в зоне менее интенсивных позднекиммерийских деформаций в основании чехла могут появиться раннемезозойские и позднепалеозойские отложения. Восточнее о. Врангеля до Аляски осадочный чехол начал формироваться после завершения элсмирского тектогенеза в позднем палеозое. Еще далее к бровке шельфа в пределах распространения каледонских складчатых комплексов подошва чехла может датироваться ранним и средним палеозоем, на отдельных участках - неопротерозоем.

Восточносибирско-Чукотский седиментационный бассейн четко делится на южную и северную части цепочкой глубоких прогибов с Жоховской впадиной на западе и прогибом Вилькицкого - Северо-Чукотским на востоке. Максимальная мощность осадочного чехла в прогибах достигает, возможно, 20 км. В геодинамическом отношении прогибы телескопированы. Здесь присутствуют сменяющиеся во времени эпиконтинентальные платформенные, орогенные, рифтогенные комплексы. Орогенные комплексы прижаты к южным бортам прогибов, маркируя границу поздних киммерид на Восточно-Арктическом шельфе. Вне этих прогибов в структуре осадочного чехла выявлен обычный набор структур платформенного типа различных рангов, включая горсты и грабены.

Заключение

Построенная цифровая карта мощности осадочного чехла СЛО отличается от имевшихся ранее карт на этот регион существенно большей детальностью - для ее составления удалось привлечь существенно больший объем новых сейсмических материалов.

Рассматриваемая карта является очередным этапом в процессе обобщения и анализа сейсмических данных по акватории СЛО. Несомненно, она будет уточняться и совершенствоваться по мере поступления новых геолого-геофизических материалов. Тем не менее, основные закономерности распределения осадочных образований акватории СЛО вряд ли претерпят значительные (принципиальные) изменения.

Список литературы

1. Боголепов А.К., Журавлев В.А., Шипилов Э.В., Юнов А.Ю. Глубинное строение западного сектора Евразийско-Арктической зоны перехода от континента к океану // Глубинное строение территории СССР / Ред. Белоусов В.В. и др. М.: Наука, 1991. С. 31-41.
2. Верба М.Л., Иванова Н.М., Кацев В.А. и др. Результаты сейсмических исследований по опорным профилям АР-1 и АР-2 в Баренцевом и Карском морях // Разведка и охрана недр. 2001. № 10. С. 3-7.
3. Верба М.Л., Рослов Ю.В., Сакулина Т.С. Новая Земля в структуре Обско-Баренцевского осадочного мегабассейна по результатам работ на опорном профиле 2-АР // Разведка и охрана недр. 2005. № 1. С. 6-9.
4. Верба М.Л. Сравнительная геодинамика Евразийского бассейна. СПб.: Наука, 2008. 191 с.
5. Геология и полезные ископаемые России: В 6 т. Т. 5. Арктические и дальневосточные моря. Кн. 1. Арктические моря / Ред. И.С. Грамберг и др. СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. 468 с.

6. *Кораго Е.А., Косько М.К.* Основные этапы неогейской тектономагматической эволюции в восточном секторе Российской Арктики. Области активного тектогенеза в современной и древней истории Земли // *Материалы XXXIX Тектонического совещания*. Т. 1. М.: ГЕОС, 2006. С. 346-349.
7. *Кораго Е.А. и др.* Главные вехи становления и преобразования континентальной коры Российской Арктики в неогее и их корреляция с главными эпохами рудогенеза // *60 лет в Арктике, Антарктике и Мировом океане* / Ред. Иванов В.Л. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2008. С. 44-62.
8. *Косько М.К.* Седиментационные бассейны Восточно-Сибирского и Чукотского морей. Геология морей и океанов // *Доклады советских геологов. Международный геологический конгресс. 28 сессия*. Л.: ВНИИОкеангеология, 1988. С. 188-195.
9. *Косько М.К. и др.* Фундамент арктического шельфа Евразии: блоковая делимость и некоторые аспекты эволюции // *Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология* / Ред. Додин Д.А. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2002. С. 109-120.
10. *Косько М.К., Супруненко О.И.* Тектоника и перспективы нефтегазоносности восточно-арктической окраины Евразии // *Геодинамика, магматизм и минерагения континентальных окраин Севера Пацифики. Материалы Всероссийского совещания. XII годичное собрание Северо-Восточного отделения ВМО*. Т. 2. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. С. 7-12.
11. *Косько М.К.* Стратификация осадочного чехла Восточно-Арктического шельфа России // *Материалы второй Международной конференции «Геодинамика нефтегазоносных бассейнов»*. М.: РГУНиГ им. Губкина, 2005. С. 98-110.
12. *Косько М.К.* Восточно-Азиатский сегмент Арктического складчатого пояса. Области активного тектогенеза в современной и древней истории Земли // *Материалы XXXIX Тектонического совещания*. Т. 1. М.: ГЕОС, 2006. С. 360-363.
13. *Косько М.К.* Восточно-Арктический шельф России: геология и тектонические основы нефтегазогеологического районирования // *Автореф. дис. ...д. геол.-минер. наук*. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2007. 34 с.
14. *Косько М.К., Буценко В.В., Иванов В.Л., Кораго Е.А., Поселов В.А., Супруненко О.И.* [К тектонике Северного Ледовитого океана и его континентальной окраины](#) // *60 лет в Арктике, Антарктике и Мировом океане* (под. ред. В.Л. Иванова). СПб.: ВНИИОкеангеология, 2008, с. 16-43.
15. *Строение литосферы российской части Баренц-региона* / Ред. Шаров Н.В. и др. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2005. 318с.
16. *Тектоническая карта Баренцева моря и северной части Европейской России. Масштаб 1 : 2500 000* / Ред. Богданов Н.А., Хаин В.Е. М.: РАН, 1996.
17. *Тектоническая карта морей Карского и Лаптевых и Севера Сибири. Масштаб 1 : 2500 000* / Ред. Богданов Н.А., Хаин В.Е. М.: РАН, 1998.
18. *Шутилов Э.В., Моссур А.П.* Глубинная структура осадочного чехла Арктического региона // *Изв. АН СССР. Сер. геология*. 1990. № 1. С. 90-97.
19. *Franke D. et al.* Tectonics of the Laptev Sea Region in North-Eastern Siberia // *Polarforschung*, 1998. Vol. 68. P. 51-58.
20. *Gramberg I.S. et al.* Sedimentary Cover Thickness Map-Sedimentary Basins in the Arctic 11 *Polarforschung*. 1999. Vol. 69. P. 243-249.
21. *Grantz A., Scott R.A., Drachev S.S., Moore T.E., Howard J.P.* Map, showing the sedimentary successions of the Arctic Region that may be prospective for hydrocarbons. American Association of Petroleum Geologists. Second edition. 2010.
22. *Geissler W.H., Jokat W.* A geophysical study of the northern Svalbard continental margin // *Geophys. J. Int.* 2004. Vol. 158. P. 50-66.
23. *Jackson H.R. et al.* Sedimentary and crustal structure from the Ellesmere Island and Greenland continental shelves onto Lomonosov Ridge, Arctic Ocean // *Geophys. J. Int.* 2010. Vol. 182. Is. 1. P. 11-35.
24. *Jokat W.* Seismic investigations along the western sector of Alpha Ridge, Central Arctic Ocean // *Geophys. J. Int.* 2003. Vol. 152. P. 185-201.
25. *Jokat W., Micksch U.* Sedimentary structure of the Nansen and Amundsen basins, Arctic Ocean // *Geophysical Res. Letters*. 2004. Vol. 31. L02603.
26. *Jokat W.* The sedimentary structure of the Lomonosov Ridge between 88° and 80° N // *Geophys. J. Int.* 2005. Vol. 163. P. 698-726.

27. *Jokat W., Schmidt-Aursch M.C.* Geophysical characteristics of the ultraslow spreading Gakkel ridge, Arctic Ocean // *Geophys. J. Int.* 2007. Vol. 168. P. 983-998.
28. *Kos'ko M.K. et al.* Tectonic Basement of the Eurasian Arctic Shelf: Age and Some Aspects of Evolution // *Polarforschung.* 1998. Vol. 68. P. 275-281.
29. *Krasilshikov A.A. et al.* Geological Map of Svalbard (Norway). Scale 1 : 1 000 000. Saint Petersburg: PMGRE, 2008.
30. *Piskarev A. et al.* Potential Field Studies on the Crustal structure of the Laptev Sea and the Western Part of the East Siberian sea // *Polarforschung.* 1999. Vol. 69. P. 41-50.
31. *Sherwood K.W. et al.* Structure and Stratigraphy of the Hanna Trough, U.S. Chukchi Shelf, Alaska // *Tectonic Evolution of the Bering Shelf-Chukchi Sea-Arctic Margin and Adjacent Landmasses* /Ed. Miller E. Geol. Soc. of Am. Special Paper, USA. 2002. P. 39-66.
32. *Suprunenko O.I., Kos'ko M.K.* Russian Arctic shelf sedimentary basins // *Cyclic development of Sedimentary Basins. Developments in sedimentology 57* /Ed. J.M. Mabesoone. Amsterdam, 2005. P. 237-271.
33. The Barents Sea. An integrated petroleum systems evaluation of the Norwegian and Russian sectors. Structural elements. Scale 1:1 850 000. Enclosure 3.1 // Report No. EB035. Fugro Robertson Limited, 2007.

Poselov V.A., Zholondz S.M., Trukhalev A.I., Kos'ko M.K., Poselova L.G., Butsenko V.V., Pavlenkin A.D., Verba V.V., Kim B.I. **Map of thickness of the sedimentary cover of the Arctic Ocean** // Geological-geophysical features of the lithosphere of the Arctic Region. S.-Pb., VNIIOkeangeologia, 2012. (Transaction of VNIIOkeangeologia. V. 23. N. 8). P. 8-14 (in Russian).

Map of thickness of the sedimentary cover of the Arctic Ocean is based on the results of analysis and reprocessing of multi-channel seismic reflection and wide-angle refraction/reflection data collected by both Russian and foreign researchers. It can serve as a factual basis for further tectonic constructions and predictive hydrocarbon estimations. This digital map of the sedimentary cover thickness differs from the previous maps of this region by significantly better detail - for making it a much larger amount of new seismic data has been used. This map is a new stage in the process of compiling and analyzing seismic data obtained in the Arctic Ocean. No doubt it will be refined and improved as new geological and geophysical data appears. Nevertheless, the basic patterns of distribution of the sedimentary formations in the Arctic Ocean are unlikely to undergo fundamental changes.

Ссылка на статью:



Поселов В.А., Жолондз С.М., Трухалев А.И., Кос'ко М.К., Поселова Л.Г., Буценко В.В., Павленкин А.Д., Верба В.В., Ким Б.И. **Карта мощности осадочного чехла Северного Ледовитого океана** // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. СПб., ВНИИОкеангеология, 2012. (Тр. ВНИИОкеангеология. Т. 223. Вып. 8). С. 8-14.