

Полюса / Г.С. Казанин, И.В. Заяц, Г.И. Иванов, Е.С. Макаров, А.С. Васильев // *Океанология*. — 2016. — Т. 56. — № 2. — С. 333–335.

7. Казанин, Г.С. Комплексная геофизическая экспедиция к северному полюсу — «Арктика-2014» / Г.С. Казанин, Г.И. Иванов, Е.С. Макаров // *Научно-технические проблемы освоения Арктики*, РАН, 2015. — С. 162–165.

8. Ледовских, А.А. Комплексные исследования для обоснования внешней границы континентального шельфа Российской Федерации на Северном Ледовитом океане / А.А. Ледовских, И.Ф. Глумов, С.П. Алексеев и др. // *Труды 10-й Международной конференции и выставки по освоению ресурсов нефти и газа Российской Арктики и континентального шельфа стран СНГ*. — СПб.: ХИМИЗДАТ, 2011. — С. 291–297.

9. Поселов, В.А. Сейсмостратиграфия осадочного бассейна котловины Подводников и Северо-Чукотского прогиба / В.А. Поселов, В.В. Буценко, С.М. Жолондз, А.В. Жолондз, А.А. Киреев // *ДАН*, 2017. — Т. 474. — № 5. — С. 1–5.

10. Шкатов, М.Ю. Первая российская скважина на дне Северного Ледовитого океана / М.Ю. Шкатов, Г.И. Иванов // *Океанология*. — 2013. — Т. 53. — № 4. — С. 569–572.

11. Backman, J. Sites M0001-M0004 / J. Backman, K. Moran, D.B. McInroy et al // *Proceedings of the Integrated Ocean Drilling Program*. — 2006. — V. 302. — P. 169.

12. Glumov, I.F. A challenge in the Arctic. Bathymetric survey for delineation of the extended continental shelf of the Russian Federation / I.F. Glumov, A.F. Zenkov, D.M. Zhilin // *Hydro international*. — 2012. — № 1. — P. 27–30.

13. Kazanin, G.S. (2016). The Tectonic Map of the East Siberian Sea: the Undisturbed Paleozoic Cover (According to the Data Acquired by MAGE) / G.S. Kazanin, G.I. Ivanov, M.L. Verba, T.A. Kirillova-Pokrovskaya (2016). Paper Number: 676. Abstract 35th International Geological Congress, Cape Town, South Africa. (<http://www.americangeosciences.org/information/igc>)

14. Sherwood, K.W. Structure and Stratigraphy of the Hanna Trough, U.S. Chukchi Shelf, Alaska / K.W. Sherwood, P.P. Johnson, J.D. Craig et al. // *Geological Society of America Special Paper*. — 2002. — Vol. 360. — P. 39–66.

© Коллектив авторов, 2017

Казанин Геннадий Семенович // kazanin@mage.ru
Поселов Виктор Антонович // vap@vniio.nw.ru
Заяц Игорь Владимирович // zayatsi@mage.ru
Иванов Геннадий Иванович // ivanov.gi@mage.ru
Макаров Евгений Станиславович // makarov@mage.ru
Васильев Андрей Станиславович // vasilev@mage.ru
Смирнов Олег Евгеньевич // smirnov.olegevg@gmail.com

УДК 551.24:551.46 (268.45)

Кириллова-Покровская Т.А. (ОАО «МАГЭ»)

РАЗРАБОТКА АКТУАЛИЗИРОВАННОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГЛУБОКОВОДНЫХ ЗОН ДЛЯ УТОЧНЕННОЙ ОЦЕНКИ ЕГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА

Работа базируется на авторской интерпретации геолого-геофизических материалов, полученных ОАО «МАГЭ» в море Лаптевых и сопредельных мелководных и глубоководных бассейнах (35 000 кв. км) в период 1985–2016 гг. и сейсмических данных СМНГ-BGR (около 1 400 кв. км) 1993–1997 гг. **Ключевые слова:** карта, горизонт, глубина, мощность, локальное поднятие, дизъюнктивные нарушения, структурно-тектоническое районирование, нефтегазоносность, море Лаптевых, Восточно-Сибирское море, Евразийский бассейн, область Центрально-Арктических поднятий, СЛО, Арктика.

Kirillova-Pokrovskaya T.A. (MAGE)

DEVELOPMENT OF THE ACTUAL GEOLOGICAL MODEL OF THE LAPTEV SEA AND ADJACENT DEEP-WATER ZONES FOR THE UPDATED ESTIMATE OF ITS HYDROCARBON POTENTIAL

*The work is based on the author's interpretation of geological and geophysical data acquired by JSC «MAGE» in the Laptev Sea and adjacent shallow- and deep-water basins (35,000 km²) in the period from 1985 till 2016, and seismic data acquired by SMNG-BGR (about 1400 km²) in the period of 1993–1997. **Keywords:** map, reflector, depth, thickness, local high, faults, structural and tectonic zoning, hydrocarbon potential, Laptev Sea, East Siberian Sea, Eurasian basin, Central Arctic high area, Arctic Ocean, Arctic.*

Район исследований ограничен рамками листов S49-55 и T49-55 и включает шельф моря Лаптевых, переходящий в глубоководный Евразийский бассейн — котловину Нансена, хребет Гаккеля, котловину Амундсена и западную часть Восточно-Сибирского моря, переходящую в структуры области Центрально-Арктических поднятий Американо-Сибирского бассейна — хребет Ломоносова, котловину Подводников (рис. 1).

Результаты обобщения сейсмических исследований в совокупности с данными потенциальных полей и их трансформаций позволили разработать актуализированную сейсмогеологическую модель моря Лаптевых и сопредельных глубоководных зон и на базе этой модели создать структурно-тектоническую основу для нефтегазогеологического районирования. В ходе исследований были выявлены косвенные признаки наличия углеводородов (УВ) в ловушках различного типа, закартировано более 50 ловушек структурного типа, выполнена оценка нефтегазового потенциала Лаптевоморского континентального склона и сопредельных глубоководных зон.

Сейсмогеологическая модель. Региональные события, создавшие современную структуру и тектонический облик океанического пространства в Арктике, образовали поверхности несогласий (опорные отражающие горизонты), которые, в значительной мере сохраняя корреляционные признаки, прослеживаются в волновых полях разрезов, полученных МАГЭ и СМНГ в мелководных Лаптевоморском, Восточно-Сибирском морях, глубоководных Евразийском и Американо-Сибирском (Макарова) бассейнах и в районах Западно-Шпицбергенского и Эуреканского складчатонадвиговых поясов [5–8, 10, 15]. Хронологическая очередность развития осадочного чехла в Лаптевоморском бассейне и сопредельных с ним океанических структур Арктическо-Атлантического сегмента Земли складывается в следующий событийный сценарий:

(1) — апт-альбская эпоха, с которой связан последний этап верхоянской складчатости в среднем апте и начало рифтинга в бассейне моря Лаптевых около 125–55 млн лет назад;

(2) — раскол континентальной коры в Евразийском бассейне и начало спрединга океанической коры (breakup unconformity) 55,8 млн лет назад;

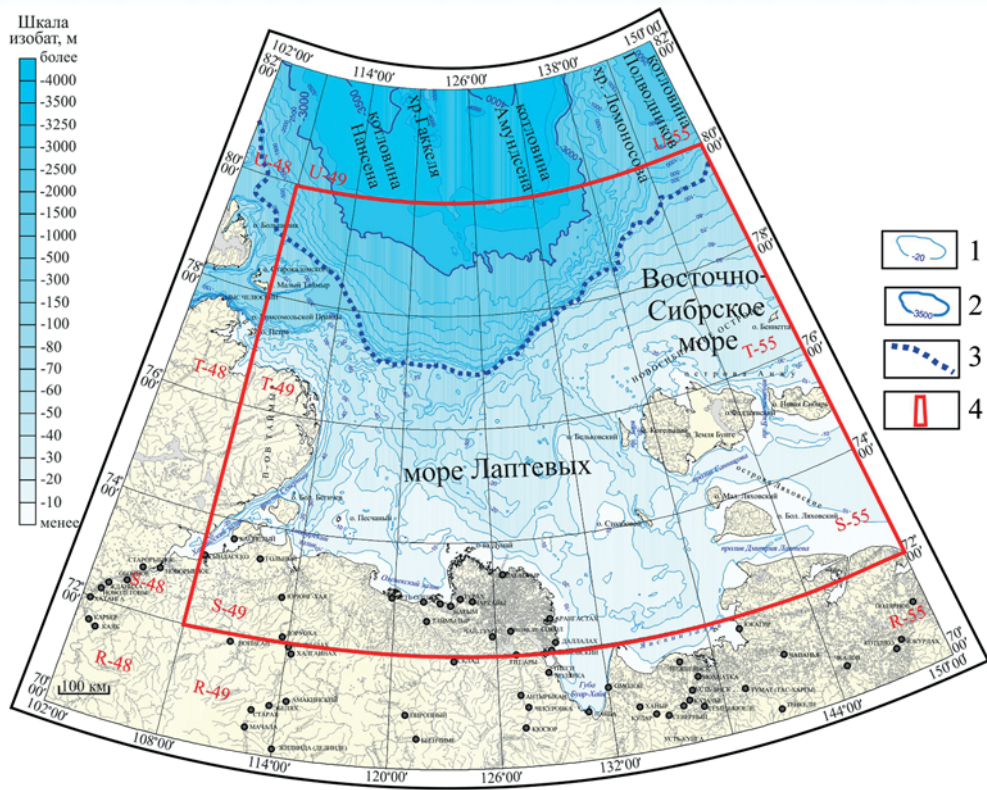


Рис. 1. Батиметрическая карта в пределах номенклатурных листов R — 48–55; S — 48–55; T — 48–55, U — 48–55 от 70° до 88° ш.ш.: 1 — изобаты; 2 — контрольные изобаты (3 000 м, 3 500 м, 4 000 м); 3 — бровка шельфа; 4 — номенклатурные листы S-(49–55) и T-(49–55) госгеолкарты РФ

(3) — крупное глобальное падение уровня моря по документации эрозионного события в начале олигоцена в некоторых районах на Новосибирских островах и крупное глобальное падение уровня моря рядом с границей рупельского/хаттского ярусов около 33,0 млн лет назад;

(4) — крупный перерыв осадконакопления в середине кайнозоя (зафиксирован в разрезе скважины АСЕХ — 302), связанный с изменениями палеогеографических условий и значительным изменением климатических условий, сопровождающихся переходом от холодных условий к оледенению около 18,2–17,5 млн лет назад;

(5) — тектоническая деформация в позднем миоцене и плиоцене, связанная с Индо-Азиатским столкновением, которое видоизменило форму гидрографической сети через Сибирский кратон, что привело к большому притоку пресной воды и большому притоку терригенных осадков в Северный Ледовитый океан около 5,0 млн лет назад;

(6) — подтвержденный геологической съемкой во всем обрамлении моря

Лаптевых региональный раннечетвертичный перерыв в осадконакоплении 1,8 млн лет назад.

Особенности сейсмической записи, отражающие характер проявления основных геологических событий в волновом поле разрезов МОВ ОГТ 2D, позволили выделить в акустически насыщенной слоистой записи осадочного чехла региональные сейсмические маркирующие горизонты. Результаты интерпретации материалов МАГЭ, полученных за 30 лет работы в Арктике, показывают многообразие вариантов индексации маркирующих горизонтов разными авторами [1, 2, 9, 11, 12–14, 18]. Так, в осадочном чехле Лаптево-морского разреза региональные несогласия обозначаются индексами Л, L, LS...; в Восточно-Сибирском с индексами В, ESS...; в глубоководной зоне с индексами (Mn, Ru, pCu, Bu), O, U, R, LR, СЛО и др.

В представленной работе для унификации индексации горизонтов, прослеживаемых в различных областях Арктики, условия формирования которых в определенной мере синхронны, принята следующая индексация опорных отражающих горизонтов: ОГ с индексом А — апт-альбское несогласие (поверхность акустического фундамента), ОГ с индексом М — несогласия в мезозое; ОГ с индексом К — несогласия в кайнозое (рис. 2).

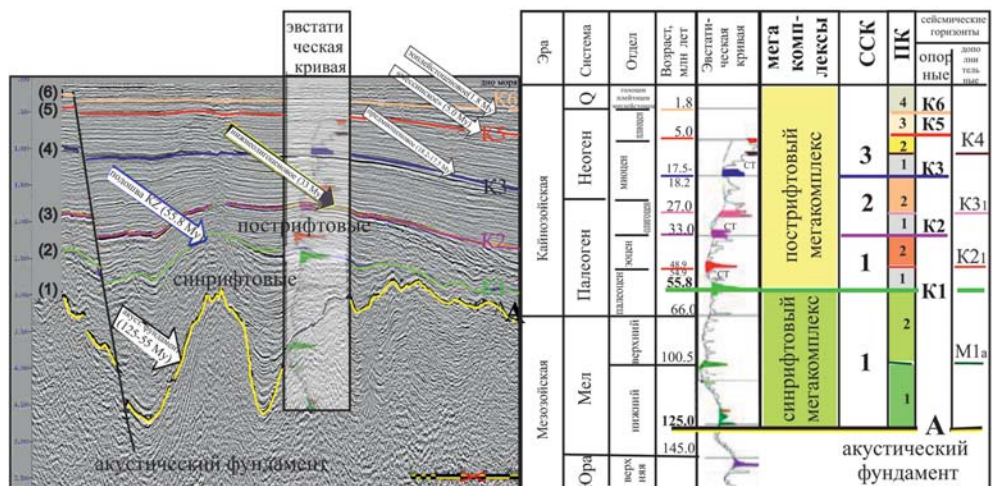


Рис. 2. Хронологическая очередность развития Лаптевоморского бассейна и сопредельных с ним океанических структур

Геологическое строение. В раннемеловое время (барреме или апте) на месте будущего Северного Ледовитого океана началась деструкция континентальной земной коры, вызванная возникновением мощного Арктического плюма [3]. Процессы деструкции охватили весь будущий Лаптевский шельф с образованием на нем контрастного тектонического рельефа. Суша, которая в это время была на месте Евразийского бассейна, размывалась и осадки поступали в субмеридиональные Лаптевоморские бассейны с севера. Визуальный облик глубины размыва палеозой-мезозойских отложений (до 7 000 м) зафиксирован в волновом поле сейсмических разрезов, полученных в море Лаптевых, на хр. Ломоносова и в Восточно-Сибирском море.

Высокочастотные верхнемезозойско-кайнозойские осадки ($K_{1,2}$ —KZ) практически срезают мощные низкочастотные палеозой-мезозойские (PZ — MZ) толщи. Поверхность несогласия, сформировавшаяся в ант-альбскую эпоху (ОГ А), коррелируется в волновом поле достаточно уверенно и разделяет его на два мегаинтервала — акустический фундамент и бассейновый осадочный чехол (рис. 3).

Позднемезозойско-кайнозойский осадочный мегабассейн Арктического океана в тектоническом отношении является наложенным на гетерогенный геологический фундамент. Синрифтовые верхнемеловые толщи (ОГ K1) выполняют рельеф параплатформенного этажа (ОГ А). Структурные планы пострифтовых поверхностей K2₁, K2, K3 — K6, выполняющих рельеф синрифтовой верхнемеловой толщи (ОГ K1) и в местах ее отсутствия параплатформенного этажа (ОГ А) отражают старение бассейновых отложений осадочного чехла (рис. 4).

До конца ант-альбской эпохи структуру рельефа Лаптевоморского бассейна определяли на западе остаточные возвышенности, разбитые узкими изломанными грабенами на блоки субмеридионального и субширотного простираний, на востоке — линейная система крупных субмеридионально ориентированных горстов (рис. 4а). В позднемеловое время деструкция континен-

тальной земной коры на месте будущего Северного Ледовитого океана продолжалась. Рельеф синрифтовой толщи сохраняет генеральные черты акустического фундамента (рис. 4б). С позднего мела до раннего эоцена в приполюсной части хр. Ломоносова преобладали мелководные бассейны. Рельеф синрифтовых остаточных впадин нивелировался (рис. 4в). Со среднего миоцена начинается эпоха спокойного прогибания в общей системе нисходящих движений, охватывающих морфоструктурно выраженную абиссаль и материковые окраины. Акватория начинает погружаться, климат становится более суровым, появляются покровные ледники. С середины неогена кайнозойские толщи покрывают всю исследованную часть акватории, нивелируют структурные особенности подстилающих и образуют свой структурный план (рис. 4г,д,е). Центр осадкообразования перемещается на север, образуя структуру периокеанического прогиба. Именно в этой зоне накапливаются верхнеэоценовые линзы мощностью от 1,4 до 2,2 км, формирующие новый бассейн. Максимальная мощность осадков в нем руководствуется проградационным наращиванием шельфа или смещением бровки шельфа в сторону полюса.

Мощность осадочного чехла Лаптевоморского шельфа и сопредельных глубоководных осадочных бассейнов. Карта мощности осадочного чехла и синрифтовой толщи Лаптевоморского шельфа и сопредельных территорий СЛО создавалась автором отчета на протяжении ряда лет. Материалы МАГЭ и СМНГ, полученные за 30 лет работы, являются основным источником информации о морфологии и геологии Лаптевоморского бассейна и его геотектонической позиции в общей конфигурации Арктики.

Верхнемезозой — кайнозойский осадочный чехол изучен на глубину до 14 км и более (рис. 5А). На поднятиях массив акустического фундамента перекрыт маломощным (до 1 км и менее), а в рифтогенных грабенах максимальным (до 14 км и более) покровом. В наибольшем стратиграфическом объеме осадочный чехол представлен в Западно-Лаптевской области и в зоне сочленения хр. Ломоносова с окраинно-шельфовыми структурами Новоси-

бирского архипелага.

Синрифтовую толщу на большей части Лаптевоморского шельфа составляют верхнемеловые осадки. Их мощность в юго-западной части исследуемого региона может достигать 6 км и более. Схема заполнения рельефа акустического фундамента меловыми осадками предполагает три источника сноса — в лаптевоморском секторе с севера и юга, в зоне сочленения хребта Ломоносова с окраинно-шельфовыми структурами Ново-

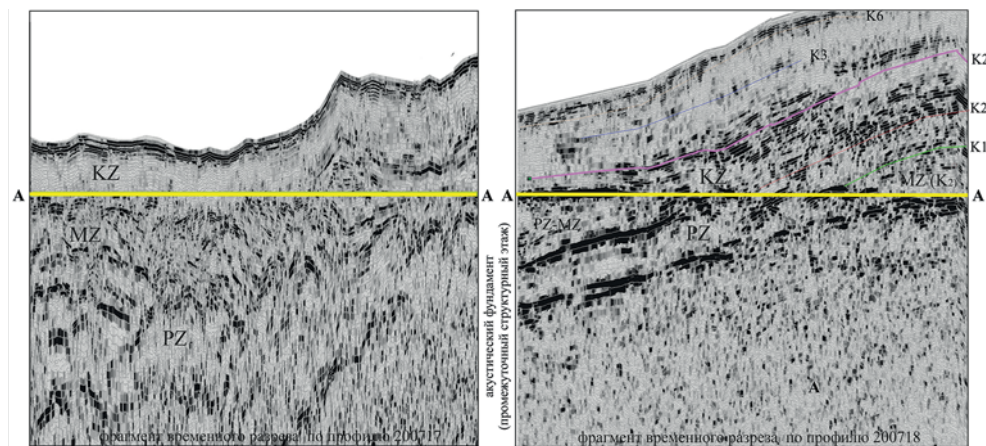


Рис. 3. Иллюстрация контакта верхне-мел-кайнозойского (K_2 —KZ) осадочного чехла с палеозой-мезозойскими (PZ — MZ) толщами акустического фундамента

сибирского архипелага и в котловине Амундсена с северо-востока. Причем именно в этой части исследуемого региона низы толщи нарастаются апт-альбскими осадками.

Ансамбль разрывных нарушений. В разрезе осадочно-геохимического чехла нарушения кристаллического фундамента трассируются в виде зон разломов (1) *сбро-сдвиговой кинематики*; (2) *листрических разломов*, плоскость скольжения которых растет в северо-восточном направлении (от берега вглубь акватории) от нескольких километров, до нескольких десятков километров, до-

стигая границы МОХО на временах более 9 сек; (3) *на-двигов и взбросов* север-северо-западного простирания, аналогичного простиранию складчатых блоков Харалахской (Верхоянской) системы складок; (4) *многоступенчатых сбросов различной амплитуды*, формирующих структуру переходных зон «материк-океан» и прогибов. В пострифтовой части разреза они проявляются в виде (5) «зон дробления» или (5) зон развития «цветковых» структур.

Региональные зоны разрывных нарушений, трассирующихся по разрезу и по площади, сформировали се-

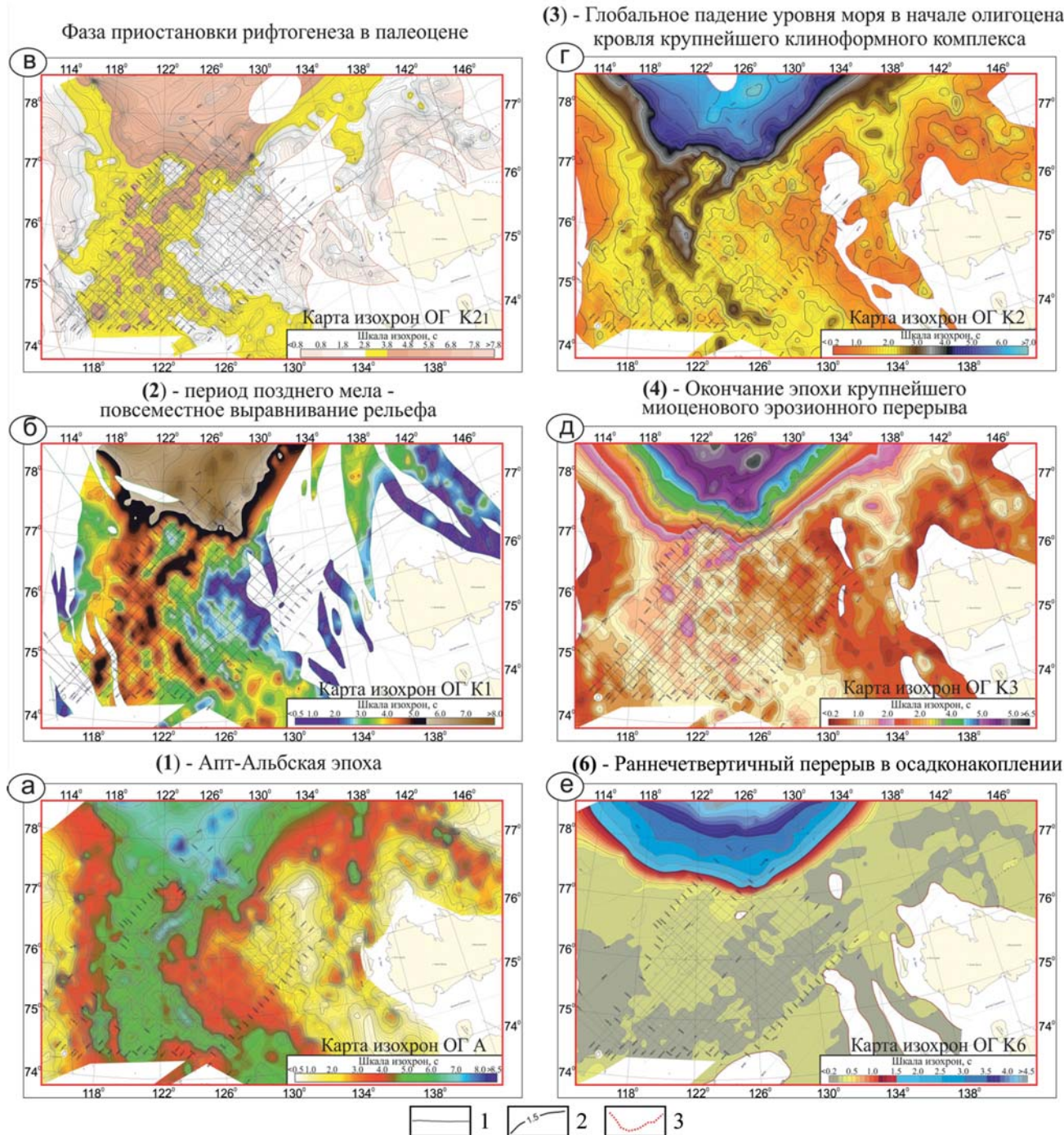


Рис. 4. Сопоставление поверхностей несогласий, приуроченных к главным этапам региональной перестройки Арктического шельфа: 1 — профили МОВ ОГТ 2D ОАО «МАГЭ» 1986–1990, 2005–2009 гг., 2 — изохроны отражающих горизонтов, 3 — линии прекращения прослеживания отражающих горизонтов. Цифрами обозначены этапы тектоногенеза

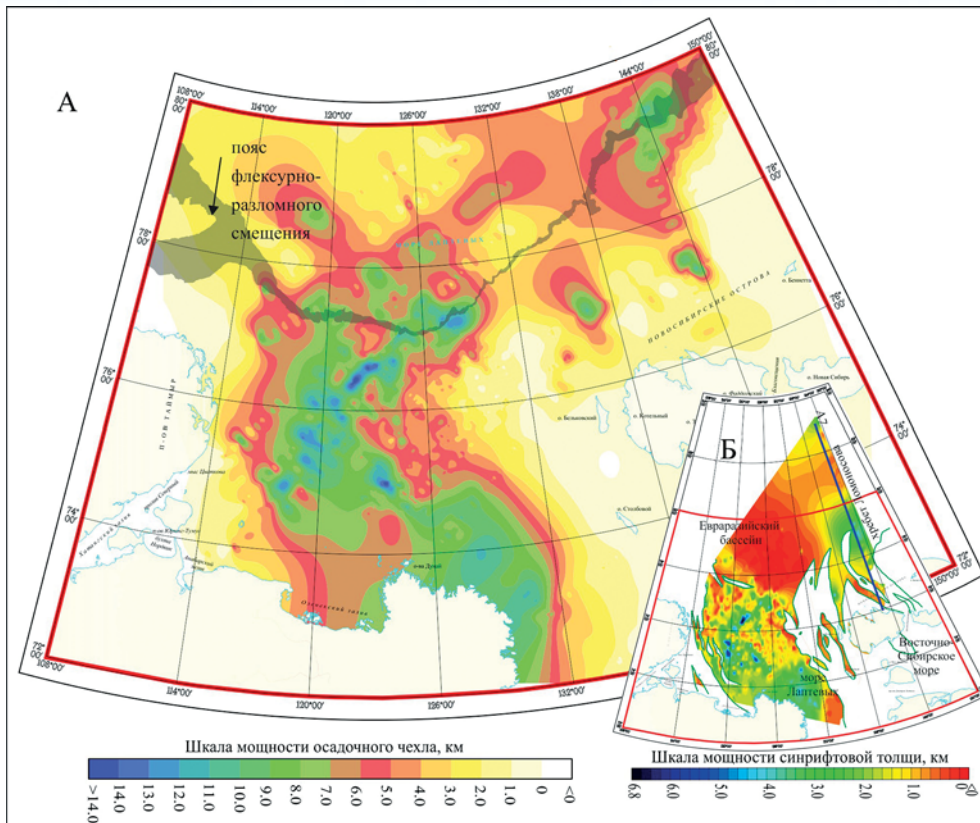
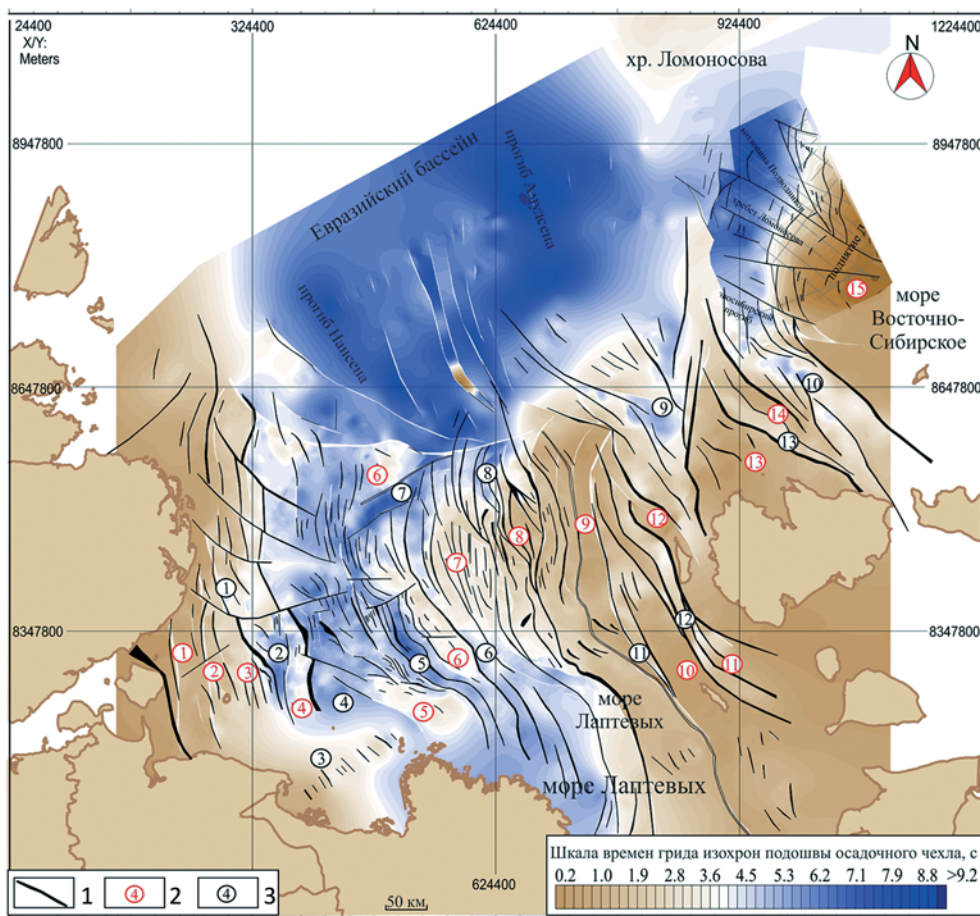


Рис. 5. Карты мощности осадочного чехла Лаптевоморского шельфа и сопредельных территорий СЛО (А). На врезке Карта мощности синрифтовой меловой толщи (Б). Интерпретация Т.А. Кирилловой-Покровской, ОАО «МАГЭ», 2016 г.



рию тектонопар «поднятие-прогиб», определивших особенности тектонического строения осадочного чехла Лаптевоморского шельфа и сопредельных бассейнов (рис. 6). Проявляясь в том или ином виде в структурных планах поверхностей несогласий, контролирующих главные этапы тектонических деформаций, они практически полностью гасятся в эолейстоценовую эпоху.

Создание структурно-тектонической основы для нефтегазогеологического районирования. Совместный анализ геолого-геофизических материалов ОАО «МАГЭ» и публикаций позволил определить этапы, которые внесли главный вклад в формирование современного структурного плана акустического фундамента шельфа моря Лаптевых и прилегающих участков СЛО, а именно: доокеанический, раннеокеанический и собственно океанический (позднеальпийский) этапы [3, 14–16].

Доокеанический этап развития региона (до средней или поздней юры включи-

Рис. 6. Ансамбль разрывных нарушений, определяющих тектонические особенности строения осадочного чехла Лаптевоморского шельфа: 1 — дизъюнктивные нарушения; 2 — поднятия: 1 — Бегичевское, 2 — Песчаное, 3 — Романова, 4 — Ребековское (Анастасьевское+ Западно-Анастасьевское), 5 — Трофимовско-Дунайское, 6 — Центрально-Лаптевское (вал Минина+ Западно-Лаптевское), 7 — Славянское, 8 — Столыпинское, 9 — Восточно-Лаптевское, 10 — Столбовское, 11 — Тальковское, 12 — Бельковское, 13 — Котельничское, 14 — Анжу, 15 — Де-Лонга; 3 — прогибы: 1 — Анабаро-Хатангский, 2 — Витязевский, 3 — Южно-Лаптевский, 4 — Усть-Оленекский, 5 — Усть-Ленский, 6 — Омолойский, 7 — Северный, 8 — Бортовой, 9 — Анисинский, 10 — Новосибирский, 11 — Ширстонский, 12 — Бельковско-Святоносский, 13 — Небен

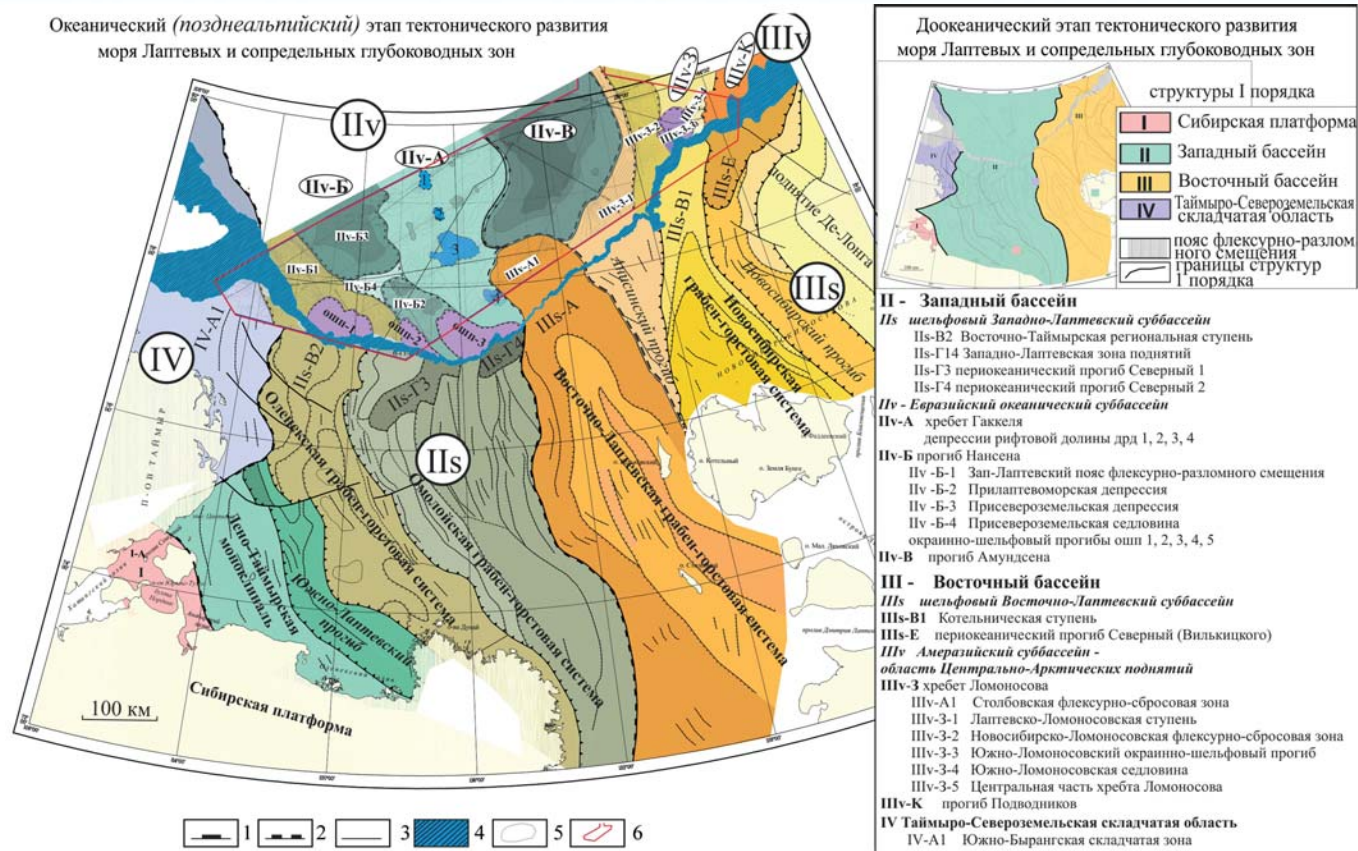


Рис. 7. Схема структурно-тектонического районирования. Интерпретация Т.А. Кирилловой-Покровской, ОАО «МАГЭ», 2016 г. Границы структур: 1 — I порядка; 2 — II порядка; 3 — III порядка; 4- пояс флексуно-разломного смещения; 5 — изолинии изохрон, иллюстрирующие градиент подошвы осадочного чехла; 6 — район работ ОАО «МАГЭ» 2015–2016 гг., проведенный с целью оценки перспектив нефтегазоносности периеокеанических прогибов Евразийского бассейна

тельно) характеризуется в целом платформенным режимом. По данным МОВ ОГТ 2D и ГСЗ фрагменты древней платформы сохранились в слабо измененном виде на Лаптевоморском шельфе, на поднятии Де-Лонга и на хр. Ломоносова. Древняя платформа в фанерозое подверглась различным преобразованиям, проявлявшимся в эпохи глобальной тектонической активности. Следы этих процессов сохранились в виде докеанических региональных зон и отдельных крупных разломов, прослеживающихся из глубоководных областей СЛО на шельфы, и проявлений эпох каледонской и герцинско-киммерийской тектоно-магматической активизации. Именно они на значительных отрезках времени определяют особенности тектонического развития Лаптевоморского шельфа и прилегающих участков СЛО и служат границами структур первого порядка, а именно: I — Сибирской платформы, II — Западного бассейна, III — Восточного бассейна, IV — Таймыро-Североземельской складчатой области (рис. 7).

Раннеокеанический этап (начавшийся в поздней юре или раннем мелу и продолжавшийся до позднего олигоцена) развития характеризуется региональным проявлением процессов растяжения и деструкции континентальной коры, континентального рифтогенеза и апт-альбского платобазальтового вулканизма.

Растяжение коры на уровне реологически пластичных слоев над мантийными сводами привело к проги-

банию ее поверхности и формированию крупнейших обширных мелководных бассейнов — *Евразийского* (IIv) и *Амеразийского* — *Центрально-Арктических поднятий* (IIIv).

В результате рифтогенных преобразований континентальной коры сформировались глубоководные шельфовые суббассейны — Западно-Лаптевский (IIс) и шельфовый Восточно-Лаптевский (IIIс). Генеральные черты тектонического строения осадочных суббассейнов как в синрифтовую, так и в пострифтовую эпохи определили нарушения кристаллического фундамента, связанные с аномалиями поверхности МОХО.

Современный структурный план определили структуры меньшего порядка — прогибы, впадины, поднятия, грабены, горсты, складчатые зоны, флексуно-сбросовые зоны, террасы, моноклинали, ступени, седловины и локальные антиклинальные поднятия.

Океанический этап (позднеальпийский) развития продолжается до настоящего времени. Основным геодинамическим содержанием океанического (позднеальпийского) этапа являлось быстрое неотектоническое погружение или обрушение окаймленной присклоновыми прогибами области (географически представляющей подвергавшуюся эрозии сушу или мелководный шельф) и формирование глубоководного Арктического бассейна, отделенного от шельфа эпиконтинентальным поясом флексуно-разломного обрушения.

1. Позднеальпийский флексурно-разломный пояс обрушил аваншельфовые выступы Таймыро-Североземельской складчатой области, Восточно-Лаптевского горста и области Центрально-Арктических поднятий. Так, в западной части зоны обрушения закартирована наиболее крупная из рассматриваемой категории регмагненных структур — Западно-Лаптевская. Она окаймляет Таймыро-Североземельскую складчатую область, отделяя ее от котловины Нансена.

В центре проступили очертания Столбовской флексурно-сбросовой зоны. Она, по-видимому, является аваншельфовым выступом Восточно-Лаптевской грабен-горстовой системы, отделяя его от котловины Амундсена.

На востоке зоны обрушения система регмагненных структур, на данном этапе изученности, образовала сложный тектонический узел. Регмагненные структуры, Лаптево-Ломоносовская ступень и Новосибирско-Ломоносовская флексурно-сбросовая зона отделяют хр. Ломоносова от котловины Амундсена. Аваншельфовым выступом Новосибирской горстовой системы является Котельническая ступень, которая через Южно-Ломоносовскую седловину объединяется с центральной частью хр. Ломоносова. Анисинско-Ломоносовская ступень фактически является глубоководной зоной самого Анисинского прогиба (III-Б).

2. Структуры растяжения, образовавшиеся на раннеокеаническом этапе, составили пояс окраинно-шельфовых и перикокеанических прогибов, приуроченных к подножью и современному континентальному склону.

3. В результате дифференцированного погружения образовался Евразийский глубоководный бассейн (IV) и область Центрально-Арктических поднятий (IIIv), испытавшая значительно меньшее (на 2–2,5 км) погружение.

4. По данным, полученным в ОАО «МАГЭ», представляется, что раскол коры, ее раздвиг и внедрение протрузий акустического фундамента происходили после формирования значительной части осадочного чехла Евразийского бассейна, где активизировались процессы линейного спрединга, вызванные новым подъемом мантийных масс и более интенсивным растяжением коры, приведшим к ее разрывам и внедрению протрузий глубинного вещества. В осевой части бассейна сформировался срединно-океанический хребет Гаккеля, являющийся центром формирования океанической коры.

5. Согласно авторской интерпретации материалов, полученных в МАГЭ, самая западная структура области Центрально-Арктических поднятий — хр. Ломоносова — служит естественной границей, отделяющей Американо-Арктический суббассейн от Евразийского.

Поднятие Ломоносова (в полюсной и приполюсной частях) на границе олигоцена и миоцена находилось выше уровня моря и до новейшего этапа периодически подвергалось размыву. Хребет Ломоносова непрерывен от континентальной окраины Евразии до о. Элсмир (Канадский архипелаг) на протяжении 1500 км и в рельефе представлен серией разнопорядковых бло-

ков. Присибирский сегмент хребта является глубоководным продолжением Новосибирского архипелага.

6. Материалы данных исследований показывают, что процессы растяжения и деструкции континентальной коры не ограничивались современной глубоководной областью СЛО, а распространялись на прилегающий шельф, затухая лишь у побережья. Так, перикокеанический прогиб Северный-1 «переходит» в Усть-Ленский грабен, Северный-2 «переходит» в Омолойские грабены, Северный-3 или Вилькицкого (III-Е) «переходит» к югу в Новосибирский прогиб (III-Г), а на севере — в котловину Подводников. В волновом поле геолого-геофизических разрезов, пересекающих окраинно-шельфовые прогибы, явно видно, что на раннеокеаническом этапе они развивались практически синхронно с субмеридиональными бассейнами и могут быть выполнены сходными по составу и возрасту осадками.

Оценка перспектив нефтегазоносности Лаптевоморского континентального склона и сопредельных глубоководных зон. Абсолютная неизученность бурением Лаптевоморского шельфа и низкая современная изученность глубоководных зон большинства акваторий морей России ставят возможности качественной и количественной оценки перспектив их нефтегазоносности в зависимость от использования отдаленных внешних эталонов, выделенных на хорошо изученных зарубежных акваториях [4]. В качестве такого «отдаленного внешнего эталона» автором рассматривался нефтегазоносный бассейн (НГБ) Арктического склона Аляски.

Основой для прогнозирования нефтегазоносности рассматриваемой области СЛО является карта мощности осадочного чехла, построенная на базе ретроспективных материалов и данных, полученных ОАО «МАГЭ» в 2016 г. в зоне перехода материк-океан в районе котловин Нансена, Амундсена и хр. Ломоносова. Эти материалы позволили уточнить характер естественного продолжения континентальных структур в СЛО и на площади в 100 км², выполнить работы по оценке перспектив нефтегазоносности континентального склона и сопредельных глубоководных зон.

К бесперспективным по аналогии отнесены участки морского дна с мощностью осадочного чехла менее 2 км. К малоперспективным (с плотностью начальных суммарных извлекаемых ресурсов до 3 тыс. т/км²) отнесены ограниченные по площади депрессии с мощностью чехла до 3 и чуть более км. К перспективным (вторая категория перспективности, 3–5 тыс. т/км²) отнесены участки прогибов с мощностью осадочного выполнения более 4 км. Остальная, достаточно обширная часть изученной области СЛО, рассматривается как перспективные земли первой категории, на которые распространяется плотность начальных суммарных ресурсов УВ 5–10 тыс. т н.э./км², соответствующая результатам количественной оценки ресурсов УВ шельфов Восточно-Сибирского моря по состоянию изученности на 01.01.2009 г.

Соотношение газообразных и жидких УВ для оцениваемой области СЛО принимается согласно допу-

шения, принятого для арктического шельфа Российской Федерации на 01.01.2009 г. с учетом резкого преобладания газа в начальных суммарных ресурсах УВ, а именно: свободный + растворенный газ составляет 85 %.

Площадь малоперспективных (0–3 тыс. т/км²) земель составляет 3,1 тыс. км², перспективных 2-й категории (3–5 тыс. т/км²) — 40,2 тыс. км² и перспективных 1-й категории — 53,9 тыс. км². Используя для каждой категории перспективных земель средние плотности ресурсов УВ (1,5 тыс. т/км², 4 тыс. т/км² и 7 тыс. т/км² соответственно), получим соответствующие начальные извлекаемые ресурсы УВ — **4,65** млн т н.э., **160,8** млн т н.э. и **377,3** млн т н.э.

Суммарная оценка нефтегазового потенциала изучаемого региона 542,75 млн. т н.э., что при переносе с арктического шельфа соотношения нефть:газ = 15:85 (на 01.01.2009 г.) позволяет оценить ресурсы *нефти* в 81,5 млн т и *газа* — в 461,35 млрд м³. В прибортовых частях глубоких депоцентров окраинно-шельфовых прогибов можно предполагать, что доля нефти будет повышенной за счет вытеснения ее на борта бассейна, формирующиеся в главной зоне газообразования. Эти части наиболее обширных и глубоких осадочных бассейнов являются и более перспективными, чем внутренние области бассейнов. На сегодняшний день в ходе региональных геолого-геофизических и картографических исследований, начиная с 1986 г. в Лапте-

воморском шельфе выявлено более 50 ловушек структурного типа (рис. 8).

Выводы

В результате разработки актуализированной геологической модели моря Лаптевых и сопредельных глубоководных зон получен ряд новых геолого-геофизических материалов, основанных на работах ОАО «МАГЭ» 1986–2016 гг.

Составлена модель истории геологического развития осадочных бассейнов в пределах изучаемой территории. Определены этапы развития структурной эволюции Лаптевоморского шельфа.

Определена хронологическая очередность развития осадочного чехла в Лаптевоморском бассейне и сопредельных с ним океанических структурах Арктическо-Атлантического сегмента.

В целях унификации дальнейшей работы в СЛО предложен вариант индексации опорных горизонтов: ОГ с индексом А — апт-альбское несогласие, поверхность акустического фундамента; отражающие горизонты с индексом М — несогласия в меловой части мезозоя; отражающие горизонты с индексом К — несогласия в кайнозое.

Актуализированы в соответствии с вновь полученными глубинными сейсмическими разрезами МОВ ОГТ структурные особенности и мощность всего осадочного чехла и каждого мезозой-кайнозойского комплекса. Осадочные комплексы Лаптевского разреза

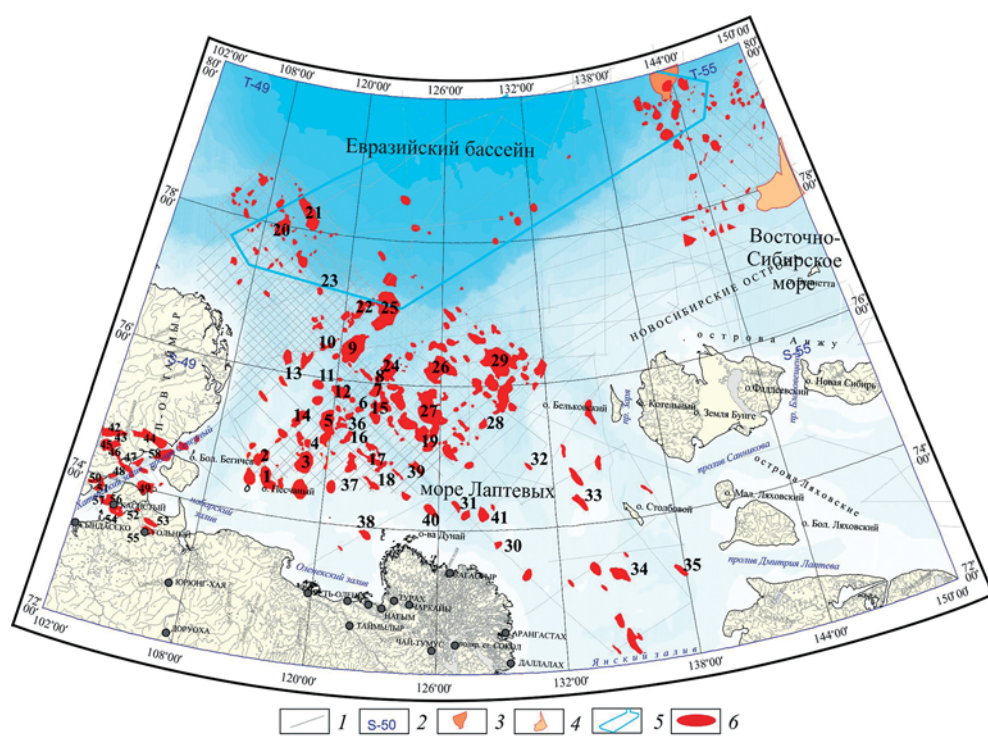


Рис. 8. Локальные антиклинальные поднятия в центральной части Арктики по материалам ОАО «МАГЭ»: 1 — профили МОВ ОГТ 2D; 2 — номер листа ГГК; 3 — часть свода хребта Ломоносова; 4 — часть свода поднятия Де-Лонга; 5 — площадь оценки перспектив нефтегазоносности континентального склона Лаптевоморского шельфа и сопредельных глубоководных зон; 6 — локальные поднятия по материалам ОАО «МАГЭ»: 1 — Романовское, 2 — Западно-Романовское, 3 — Анастасьевское, 4 — Западно-Анастасьевское, 5 — Николаевское, 6 — Весеннее, 7 — Западно-Мариинское, 8 — Мариинское, 9 — Солнечное, 10 — купол окраинного шельфового поднятия, 11 — Александровское, 12 — Западно-Весеннее, 13 — группа Южно-Таймырских ЛП, 14 — группа Приразломных ЛП, 15 — Петровское, 16 — Алексеевское, 17 — Аннинское, 18 — свод Северо-Дунайского поднятия, 19 — группа поднятий вала Минина, 20 — Беляевское, 21 — Ольгинский вал, 22 — Северная, 23 — Прончищевская, 24 — Восточно-Мариинское, 25 — Западно-Лаптевское, 26 — Сергеевское, 27 — Борисовское, 28 — Владимировское, 29 — Столыпинское, 30 — Мининское, 31 — Дмитровское, 32 — Восточно-Лаптевское, 33 — Северо-Столбовское, 34 — Столбовское, 35 — Тальковское, 36 — Павловское, 37 — Михайловское, 38 — Северо-Дунайское, 39 — Екатерининское, 40 — Северо-Белькеевское, 41 — Федоровское, 42 — Северо-Осиповское, 43 — Южно-Осиповское, 44 — Журавлиное, 45 — Лабазное, 46 — Ново-Лабазное, 47 — Портнягинское, 48 — Западно-Нордвинское, 49 — Нордвинское, 50 — Белогорское, 51 — Южно-Белогорское, 52 — Усть-Тигянское, 53 — Чайдахское, 54 — Ильинско-Кожевниково, 55 — Южно-Тигянское, 56 — Косистое 1, 57 — Косистое 2, 58 — Бегичевское

непрерывно прослеживаются на территории Евразийского бассейна.

В синрифтовом комплексе Восточно-Сибирского моря и прогиба Амурдсена выявлены мощные толщи нижнемеловых отложений апта и альба, заполняющие неровности древнего субстрата, на западном склоне хребта Ломоносова мощные толщи верхнемелового проградирующего дельтового комплекса.

Составлена актуализированная схема структурно-тектонического районирования центрального сектора СЛО. Структуру окраинно-шельфовых и периокеанических прогибов Евразийского бассейна СЛО определяет пояс флексурно-разломного смещения, отделяющий единую область континентального рифтогенеза и растяжения коры на шельфовую и глубоководную части.

Современный структурный план сформировался в результате неотектонического погружения внутренних областей океана и дифференцированного проседания конседиментационных поднятий раннеокеанической стадии. При этом ранее сформированная структура осадочного чехла, по-видимому, не претерпела до-вольно существенных изменений.

В рамках данной работы закартировано более 50 ловушек структурного типа. Наиболее крупным локальным поднятиям присвоены названия в память о великих людях России (Асинское, Романовское, Столыпинское и т.д.). Сопоставимость волновых обличей сейсмических AVO-атрибутов, полученных в море Лаптевых с таковыми, принятыми в качестве диагностических признаков при поисках углеводородов на шельфе Сахалина и других акваторий Охотоморского региона, Северном море и Бофорта-Маккензи, позволяет в условиях отсутствия бурения говорить о перспективах нефтегазоносности акватории [17].

Построена схема перспектив нефтегазоносности Лаптевоморского континентального склона и сопредельных глубоководных зон.

Начальные извлекаемые ресурсы нефти и газа в переходной зоне Лаптевоморского шельфа (осадочный бассейн мелководный/глубоководный) составляют 0,543 млрд т у. т. Соотношение начальных извлекаемых ресурсов нефть:газ для района работ принято 15:85 %.

Таким образом, проведенная в рамках данной работы интерпретация, существенно расширила знания о геологическом строении Арктического бассейна и предоставила новые данные для понимания его эволюции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андиева, Т.А. Тектоническая позиция и основные структуры моря Лаптевых / Т.А. Андиева // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2008. — Т. 3. — № 1. http://www.ngtp.ru/rub/4/8_2008.pdf.
2. Барабанова, Ю.Б. Континентальная окраина Восточно-Сибирского моря: геологическое строение и перспективы нефтегазоносности: Материалы конференции «ЕАГО» Сочи, 2017 / Ю.Б. Барабанова — Сочи, 2017.
3. Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. — Т. 9. Моря Советской Арктики / Под. ред. И.С. Грамберга, Ю.Е. Погребницкого. — Л.: Недра, 1984. — С. 50–60.

4. Иванов, В.Л. Предпосылки нефтегазоносности «расширенного» юридического шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом океане / В.Л. Иванов, В.Д. Каминский, В.А. Поселов, О.И. Супруненко, О.Е. Смирнов // Арктика: экология и экономика. — 2016. — № 2. — С. 14–23.

5. Казанин, Г.С. Региональные сейсморазведочные работы в арктических морях — основные результаты нового этапа и дальнейшие перспективы / Г.С. Казанин, И.В. Заяц, С.И. Шкарубо, С.П. Павлов, Т.А. Кириллова-Покровская // Геология нефти и газа, 2011.

6. Казанин, Г.С. Комплексные геофизические исследования северо-восточной части континентальной окраины моря Лаптевых: Матер. IV Междунар. науч.-практической конф. молодых ученых и специалистов памяти академика А.П.Карпинского, ВСЕГЕИ, 2015 / Г.С. Казанин, В.А. Трофимов, А.И. Васильев, Т.А. Кириллова-Покровская, С.В. Чельшев, Ю.Б. Барабанова. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2015.

7. Кириллова-Покровская, Т.А. Моноклинальные зоны Западно-Арктических морей / Природа шельфа и архипелагов Европейской Арктики: Матер. междунар. науч. конф. РАН / Т.А. Кириллова-Покровская, Г.С. Казанин, Г.А. Тарасов. — В. 10. — М.: ГЕОС, 2010.

8. Кириллова-Покровская, Т.А. Дочехольное основание прибрежных зон Западно-Арктических морей / Т.А. Кириллова-Покровская, А.Б. Дьяченко / Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. Вып. 3. Специальное издание, посвященное 40-летию МАГЭ. — М.: ГЕОС, 2011. С. 45–58.

9. Кириллова-Покровская, Т.А. Геофизические исследования ОАО «МАГЭ» в Северном Ледовитом океане на хребте Ломоносова / Т.А. Кириллова-Покровская, Г.С. Казанин, И.В. Заяц, Е.С. Макаров, В.А. Кацанюк, А.И. Васильев, А.В. Кузнецов, Т.И. Кадыш, В.А. Журавлев, С.П. Павлов, С.Ф. Черников, А.Б. Дьяченко / Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. 40 лет МАГЭ. Вып. 3. — М.: ГЕОС, 2012.

10. Кириллова-Покровская, Т.А. Модель строения Лаптевоморского бассейна (по сопоставлению сейсмических и скважинных данных на суше и морской сейсморазведки) / Т.А. Кириллова-Покровская, Б. Моули / Современные геолого-геофизические исследования на Российской шельфе: Матер. науч.-прак. конф., посвященной 40-летию ОАО «МАГЭ» Мурманск, 2012.

11. Малышев, Н.А. Новые представления о строении осадочного чехла шельфа моря Лаптевых / Н.А. Малышев, В.В. Обметко, А.А. Бородулин, Е.М. Барнинова, Б.И. Ихсанов / Геология полярных областей Земли: Матер. XLII Тектонического совещания. — М.: ГИН РАН. — Т. 2, 2009 — С. 32–37.

12. Поселов, В.А. Сейсмостратиграфия осадочного бассейна котловины Подводников и Северо-Чукотского прогиба / В.А. Поселов, В.В. Буценко, С.М. Жоландз, А.С. Жоландз, А.А. Киреев / ДАН. — Вып. 17, 2017. — Т. 473. — № 5. — С. 1–5.

13. Фомина, Е.А. Геофизические исследования Притаймырской континентальной окраины моря Лаптевых / Е.А. Фомина, О.С. Кисленко, Ю.Б. Барабанова, Т.А. Кириллова: Матер. IV междунар. науч.-прак. конф. молодых ученых и специалистов памяти академика А.П. Карпинского, «ВСЕГЕИ», 2014. — СПб., 2014.

14. Шипилов, Э.В. Геодинамическая эволюция молодого океанообразования в Арктике / Э.В. Шипилов / Формирование основ современной стратегии природопользования в Евро-Арктическом регионе: Сб. статей под ред. В.Т. Калининкова и А.Н. Виноградова. — Апатиты: Изд. Кольский научный центр РАН, 2005. — С. 18–27.

15. Шипилов, Э.В. Модель строения и образования асейсмичных поднятий дна океанов / Э.В. Шипилов, А.Ю. Юнов, Ю.И. Свистунов // Океанология. — 1990. — Т. 30. — № 2. — С. 415–418.

16. Kazanin, G.S. The Tectonic Map of the East Siberian Sea: the Undisturbed Paleozoic Cover (According to the Data Acquired by MAGE) / G.S. Kazanin, G.I. Ivanov, M.L. Verba, T.A. Kirillova-Pokrovskaya / Paper Number: 676. Abstract 35th International Geological Congress, Cape Town, South Africa. 2016 (<http://www.americangeosciences.org/information/igc>).

17. Kirillova-Pokrovskaya, T.A. Chapter 24 Application of AVO analysis to seismic records on the Laptev Sea Shelf. / T.A. Kirillova-Pokrovskaya, A.B. Djyachenko, G.A. Zavarzina. / Geological Society, London, Memoirs 2011. — V. 35. — P. 359–368.

18. Franke, D.. The Laptev Sea Rift. Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) / D. Franke, K. Hinz, O. Oncken. Stillweg 2, 30655 Hannover, Germany GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ), Telegrafenberg, 14473 Potsdam, Germany, 2001.

© Кириллова-Покровская Т.А., 2017

Кириллова-Покровская Татьяна Алексеевна // bycrin@rambler.ru