



ОТ АРКТИДЫ — К СОВРЕМЕННОЙ АРКТИКЕ

В. А. ВЕРНИКОВСКИЙ

Северный Ледовитый океан глазами геолога

«Северный океан есть пространное поле, где усугубиться может российская слава, соединенная с беспримерной пользой...».
М. В. Ломоносов

Северный Ледовитый океан является самым молодым океаном Земли и самым небольшим – около 15 млн км². Его главной особенностью является то, что большую часть дна океана занимают шельф (более 45%) и подводные континентальные окраины. Повышенный интерес к Северному Ледовитому океану объясняется, прежде всего, геополитическими аспектами и проблемами, связанными с минеральными ресурсами арктических шельфов, а также с экологией, климатом, вечной мерзлотой. Решение этих проблем связано с нашими знаниями о геологическом строении основания Северного Ледовитого океана, в том числе о строении арктических осадочных бассейнов в связи с их нефтегазоносностью. Геологические знания позволяют также понять соотношение континентальных окраин, включая шельфы, с различными структурами, характеризующимися континентальным строением земной коры, но находящимися в настоящее время на значительном удалении от континентов, что, безусловно, необходимо при решении задачи установления внешней границы континентального шельфа для России и других арктических государств



ВЕРНИКОВСКИЙ Валерий Арнольдович – член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий лабораторией геодинамики и палеомагнетизма Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН (Новосибирск), декан и заведующий кафедрой общей и региональной геологии геолого-геофизического факультета Новосибирского государственного университета. Лауреат премии В. А. Обручева (2008). Автор и соавтор свыше 280 научных работ, в том числе 5 монографий

ключевые слова: Арктика, Северный Ледовитый океан, геология Арктики, Арктида, палеогеодинамические реконструкции, континентальный шельф, хребт Ломоносова, поднятие Менделеева.

Key words: The Arctic, the Arctic Ocean, Geology of the Arctic, Arktida, paleogeodynamic reconstruction, continental shelf, Lomonosov Ridge, Mendeleev Rise

© В. А. Верниковский, 2015

ТРИ ТЫСЯЧИ КИЛОМЕТРОВ ПО ТАЙМЫРУ

«Есть заветные места на краю планеты...»
Л. Григ

Автор этой статьи знаком с Арктикой не понаслышке. Впервые он попал на полуостров Челюскина, еще будучи студентом, в 1974 г. для прохождения летней производственной практики, и свои первые уроки в арктической геологии получил в маршрутах на берегах Карского моря и моря Лаптевых под руководством кандидатов геолого-минералогических наук И. Д. и А. И. Забияки. Многие о геологии Арктики ему удалось узнать из лекций известного полярного геолога, профессора Л. В. Махлаева. А затем ему, по его собственным словам, посчастливилось в течение четырех десятилетий заниматься геологическими исследованиями в этом одном из самых суровых и малонаселенных уголков нашей планеты.

За первой студенческой практикой последовали почти ежегодные арктические экспедиции, сначала в качестве молодого специалиста, позже – кандидата и доктора наук. Первая диссертация В. А. Верниковского, подготовленная под руководством известного геолога Н. Л. Добрецова, касалась роли метаморфизма в золотом оруденении Северо-Восточного Таймыра, а вторая была посвящена уже геодинамической эволюции всего Таймыра и его связи с другими древними блоками Арктики. На эти работы обратили внимание выдаю-

щиеся ученые, знатоки геологии Арктики: В. Е. Хаин, Н. А. Богданов, Л. П. Зоненшайн, Л. М. Натапов, что привело в дальнейшем к разработке и опубликованию совместных геолого-тектонических карт Арктики и научных статей.

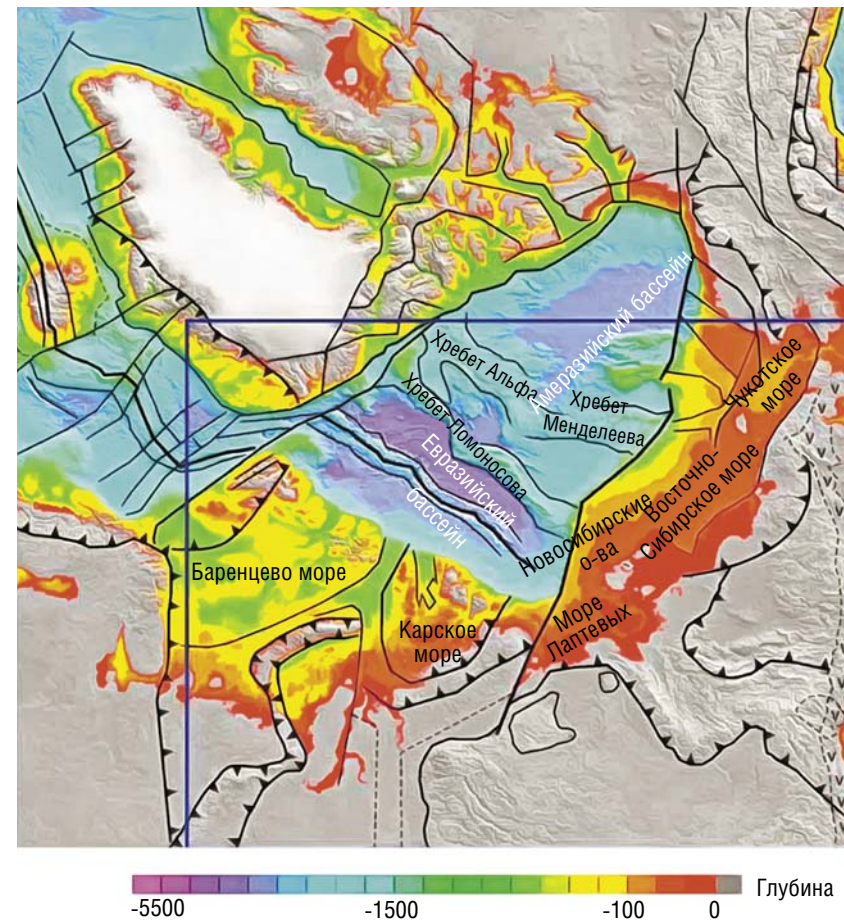
Жизнь, проведенная им вместе с коллегами в брезентовых палатках рядом с вечными снежниками, суммарно исчисляется годами, а задокументированные пешие маршруты на одном только Таймыре превысили 3 тыс. км! Транспорт в те годы был простым, не очень быстрым, но надежным. Перемещаться по таймырской тундре геологам помогали вездеходы, а для сплава по рекам и работе по берегам озер использовали надувные лодки. И лишь в конце 1990-х гг. в международных экспедициях, в которых принимало участие уже несколько десятков исследователей из разных стран, стали использоваться вертолеты. В последние годы геологи в Арктике уже используют не только вертолеты, но и суда ледокольного типа и даже подводные лодки! У геологов появились совершенно другие технические возможности, принципиально новые методы и технологии анализа данных. И лишь сама Арктика – незабываемая страна контрастов – осталась прежней...

Перемещаться по таймырской тундре геологам помогали вездеходы: сначала ГАЗ-47, а затем ГАЗ-71.
Фото из архива автора



В.А. Верниковский в полевом лагере на р. Ленинградской. Таймыр, 1981

Геология Арктики и ее холодного «сердца» – Северного Ледовитого океана, издавна привлекала к себе внимание отечественных ученых. Накопленные за последние десятилетия геолого-геофизические знания и применение современных аналитических технологий, результатом которых стало создание новых геологических и тектонических карт, геодинамических моделей, палеотектонических реконструкций, позволили существенно продвинуться в познании геологии и истории формирования этого региона.



Создание и развитие в Новосибирске палеомагнитного центра с криогенным магнитометром резко усилило работы, связанные с палеотектоническими реконструкциями и геодинамическими моделями. У нас появилась возможность определять ориентировку древней естественной остаточной намагниченности горных пород, положение их палеомагнитных полюсов и, зная возраст этих пород, устанавливать взаимное расположение континентов и отдельных террейнов (достаточно крупных блоков земной коры, ограниченных разломами).

В частности, работы на архипелаге Северная Земля впервые подтвердили тектонические и геодинамические реконструкции, выполненные на геолого-структурных и геохронологических данных (Вер-

никовский, 1996), палеомагнитными данными, показав кинематику движения Карского микроконтинента и его столкновение (коллизию) с Сибирским палеоконтинентом (Metelkin *et al.*, 2005).

Сегодня мы можем утверждать, что Северный Ледовитый океан постоянно менялся в размерах, и это относится как к конфигурации окружающих его палеоконтинентов, так и к его географической позиции на глобусе. Так, в силуре-девоне (430–400 млн лет назад) океанское пространство между Балтикой (Восточно-Европейская платформа), Лаврентией (Северная Америка) и Сибирью очень напоминало по своей конфигурации современные очертания Северного Ледовитого океана, однако находилось оно на экваторе! Теперь стано-

Северный Ледовитый океан – самый молодой, и самый маленький (около 15 млн км²) по размерам и самый мелководный океан Земли. Большую часть его дна занимают шельф (свыше 50%) и подводные окраины материков. Здесь и далее рельефная основа IBCAO (International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean) Version 2.23 (<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/bathymetry/arctic/>)

вится совершенно понятно, почему мы обнаружили на о. Котельном (Новосибирские острова, 76° с. ш.) теплолюбивые раннесилурийские кораллы, которые образовались 430 млн лет назад в условиях, близких к тем, что сегодня характерны для австралийского Большого барьерного рифа!

В поисках Арктиды

Многие исследователи геологических структур Арктики пришли к выводу о существовании древнего докембрийского континента, который все чаще называют Арктидой (Зоненшайн, Натапов 1987). В результате рифтогенеза этот палеоконтинент распался, а его отдельные плиты и террейны либо оказались перекрытыми осадками континентальных окраин и океана, либо были включены в складчатые пояса по периферии океана (на Таймыре, Чукотке, Аляске и т. д.). Одним из фрагментов палеоконтинента является и вышеупомянутый Карский микроконтинент.

Для разработки более детальных кинематических моделей и палеотектонических реконструкций необходим банк палеомагнитных дан-



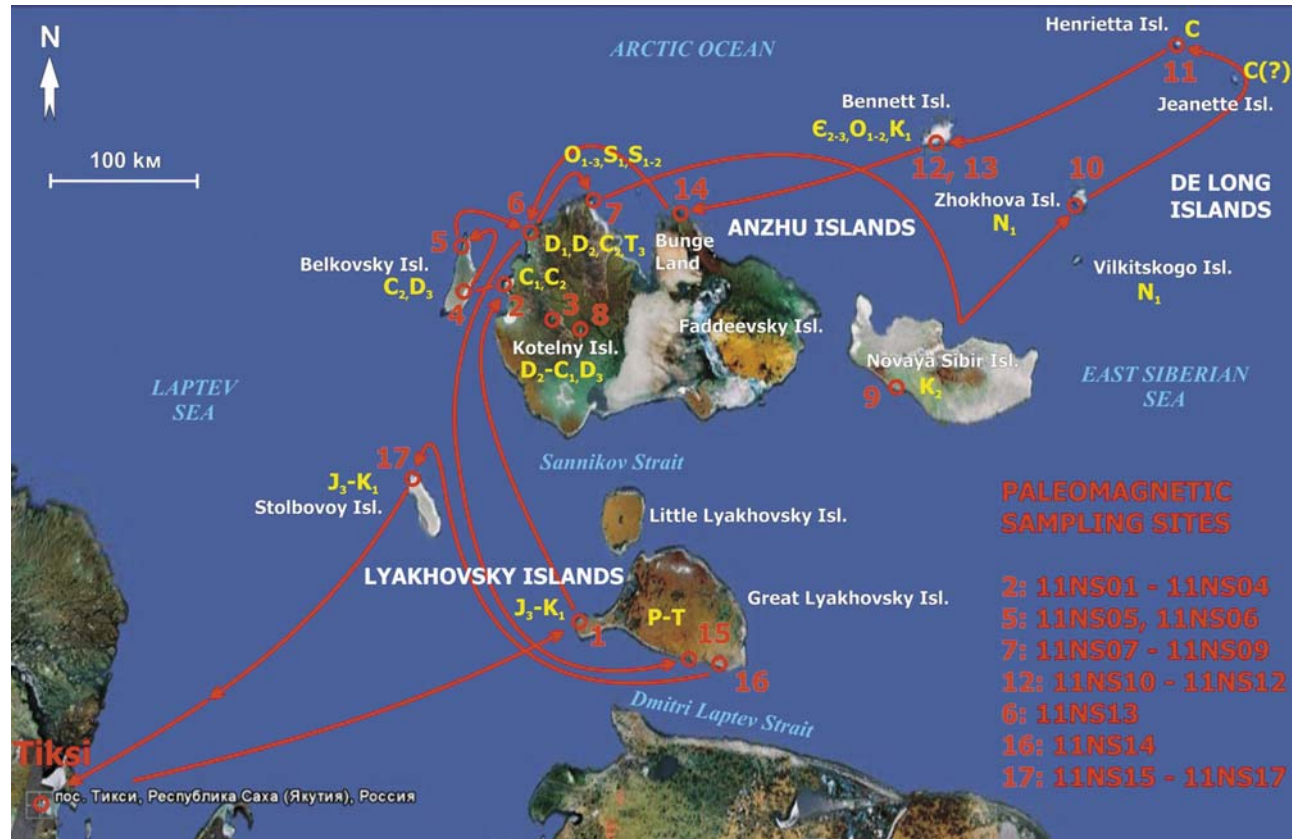


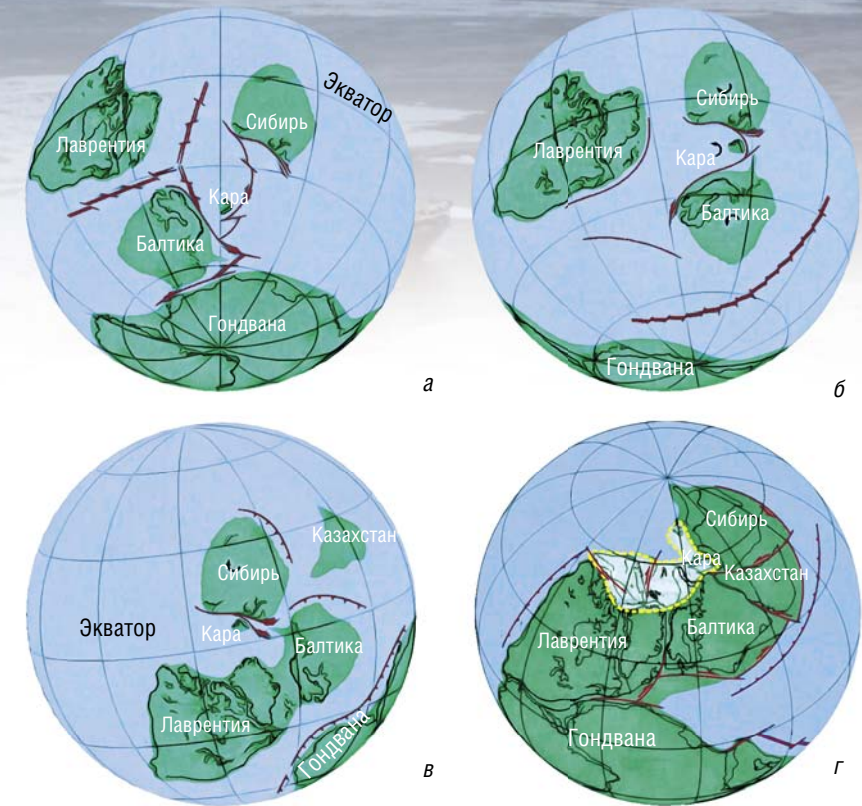
Схема маршрута дизель-электрохода «Михаил Сомов» (экспедиция 2011) с пунктами остановок для геологического исследования и отбора ориентированных образцов



Палеомагнитные данные, полученные в ходе экспедиций на архипелаг Северная Земля, подтвердили палеогеографические реконструкции перемещения Карского микроконтинента относительно других палеоконтинентов в палеозое: а – кембрий-ордовик (510–480 млн лет назад); б – поздний ордовик (465–440 млн лет назад); в – силур-девон (430–400 млн лет назад); г – пермь (280–260 млн лет назад).

ных для всего арктического региона. В последние годы сотрудникам Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН (Новосибирск) и Новосибирского государственного университета удалось получить новые палеомагнитные и геохронологические данные для магматических и осадочных пород архипелагов Северной и Новой Земли, Земли Франца-Иосифа, Де-Лонга, Новосибирских островов, полуострова Таймыр и прилегающих регионов. Эти данные были получены, в частности, в ходе уникальных международных экспедиций, организованных в 2011 и 2013 гг. Всероссийским научно-исследовательским геологическим институтом им. А. П. Карпинского (Санкт-Петербург) с использованием дизель-электрохода «Михаил Сомов», на котором базировался вертолет Ми-8. На архипелаге Новосибирских островов, включая архипелаг Де-Лонга, были успешно проведены комплексные геолого-геофизические исследования.

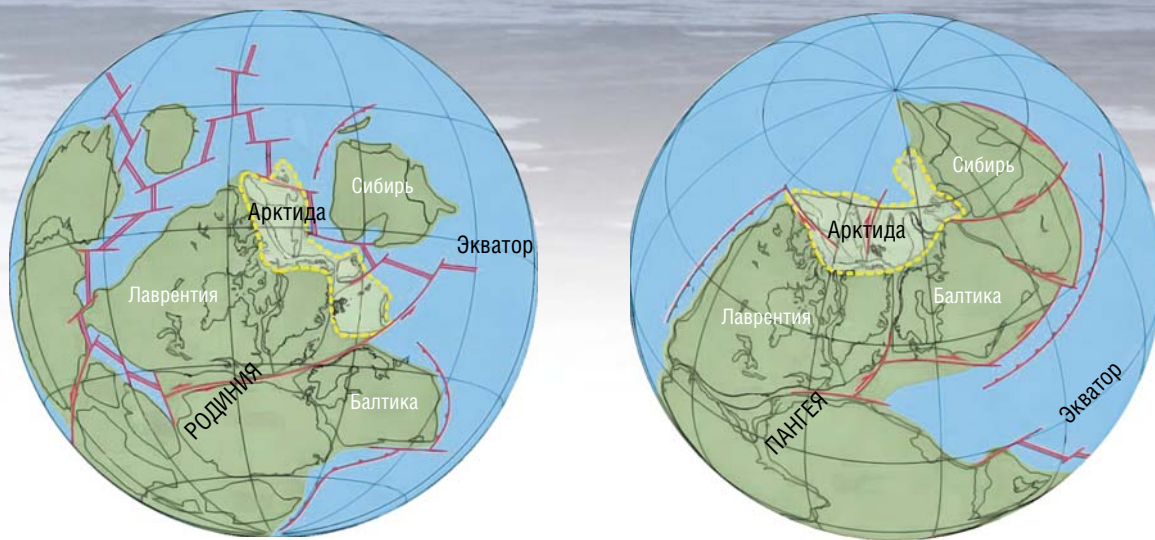
Уникальные находки на о. Котельный (Новосибирские острова) – раннесилурийские кораллы, жившие там около 400 млн лет назад, служат палеонтологическим свидетельством движения континентов в геологической истории Земли (справа)



Палеомагнитные данные, впервые полученные для этого региона группой из лаборатории геодинамики и палеомагнетизма ИНГГ СО РАН, дают основания утверждать, что породы, его слагающие, формировались на едином докембрийском фундаменте в пределах Новосибирского террейна по меньшей мере с раннего ордовика (раннего палеозоя) (Верниковский и др., 2013). Используя эти данные совместно

с данными по ключевым палеополюсам для континентальных плит, обрамляющих Арктический океан – Лаврентии (Северная Америка), Балтики (Восточная Европа) и Сибири, удалось выполнить плитотектонические реконструкции, отражающие положение континентов и террейнов палеоконтинента Арктиды от позднего докембрия до позднего палеозоя – от 950 до 250 млн лет. На рисунке показаны



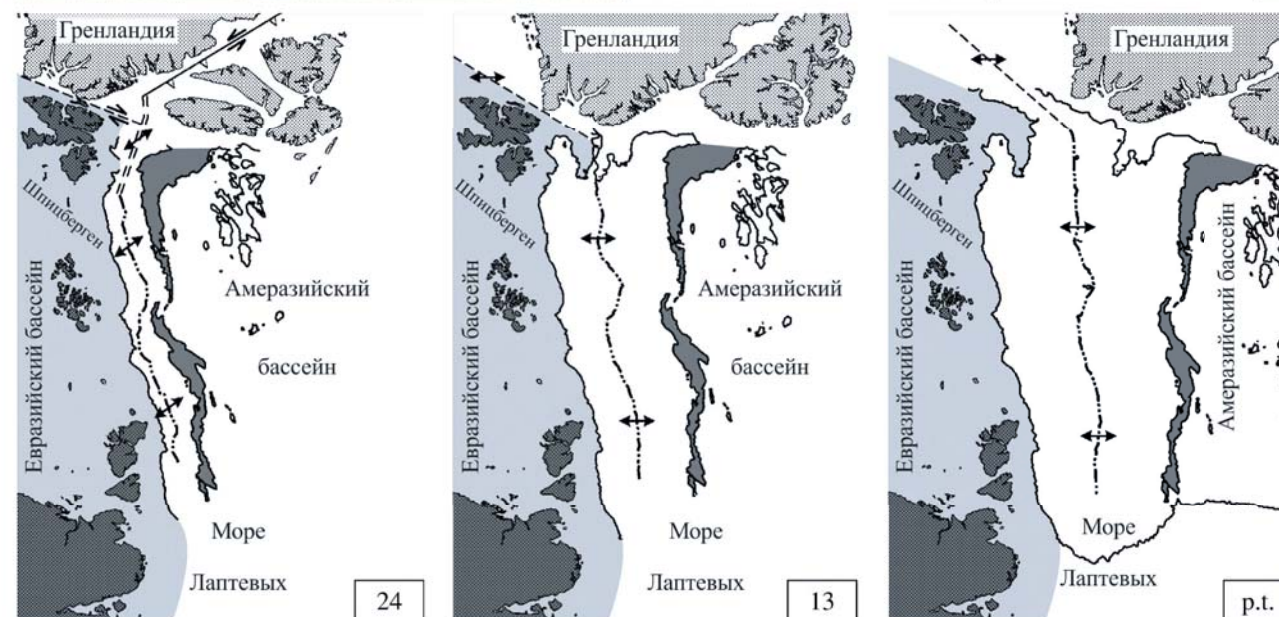


За 700 млн лет Арктида, первоначально входившая в состав суперконтинента Родинии (950 млн лет назад; а), а затем в суперконтинент Пангею (250 млн лет назад; б), изменила свою конфигурацию и широтное положение, но сохранила общее расположение между палеоконтинентами Лаврентией, Балтикой и Сибирью.
По: (Metelkin et al., 2015)

Изучение разреза и отбор проб участниками экспедиции на о. Беннетта (архипелаг Де-Лонга).
Фото автора

лишь 2 из 14 реконструкций, соответствующие конфигурации блоков Арктиды 950 и 250 млн лет назад. От суперконтинента Родинии до суперконтинента Пангеи Арктида изменила свою конфигурацию, широтное положение из приэкваториальной области к приполярной, но сохранила при этом свое общее расположение между Лаврентией, Балтикой и Сибирью.

Таким образом, с формированием 250 млн лет назад Арктиды II и суперконтинента Пангеи завершились основные процессы континентальной аккреции в Арктике. За ними последовал юрско-меловой рифтогенез. Именно на этом этапе и началось формирование современной континентальной окраины Евразии. Сначала от Северо-Американского кратона оторвалась Чукотско-Североаляскинская микроплита, что привело к формированию Канадской котловины Северного Ледовитого океана 140–120 млн лет назад, закрытию Южно-Аннуйского палеоокеана и формированию складчато-надвиговых поясов, протянувшихся от Новосибирских островов через Чукотку к хребту Брукса на Аляске. Одновременно с этим прекращается спрединг в Канадском бассейне, и начинается продвижение спрединговых центров из Атлантики в Арктику. При этом сначала от Баренцево-Карской континентальной окраины были отделены блоки поднятия Альфа-Менделеева, а затем – в результате перескока спрединговой зоны и раскрытия



Евразийского бассейна 55–54 млн лет назад, – и континентальные блоки хребта Ломоносова.

Прирастать будет шельфом

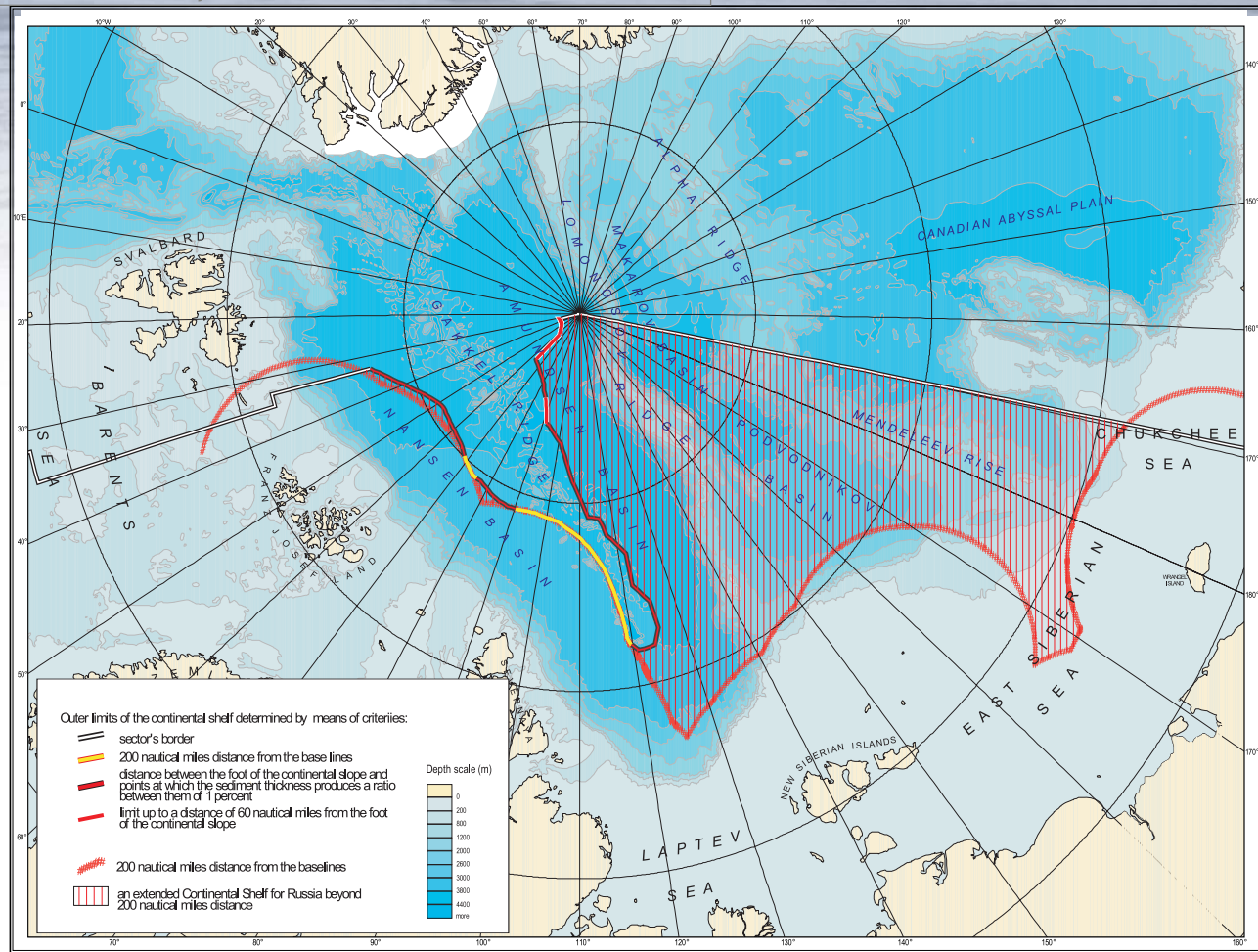
Континентальная природа хребта Ломоносова в последнее время особых дискуссий не вызывает (в пользу этого предположения было получено много доказательств, в том числе американскими геологами при бурении в 2004 г.), однако в отношении хребта Менделеева такого единодушия нет.

Как известно, в первой заявке на установление внешней границы континентального шельфа, поданной в ООН еще в декабре 2001 г., предлагалось значительно расширить площадь российского континентального шельфа за пределы 200-мильной экономической зоны, включив в нее большую часть хребта Ломоносова, котловину Подводников, поднятие Менделеева и часть котловины Макарова. При этом не был применен ограничительный критерий в 350 морских миль от берега, который содержится в п. 5 ст. 76 Конвенции по морскому

Моделю раскрытия Амеразийского (Канадского) (140–120 млн лет назад) и Евразийского (55–0 млн лет назад) бассейнов в Арктике.
По: (Grantz et al., 1998; Глебовский и др., 2006)

праву 1982 г. Это было сделано на основании п. 6 той же статьи, где указано, что дистанционный лимит в 350 миль не применяется к подводным возвышенностям, которые являются естественными компонентами материковой окраины, такими как плато, поднятия, вздутия, банки и отроги (Continental shelf limits, 2000).





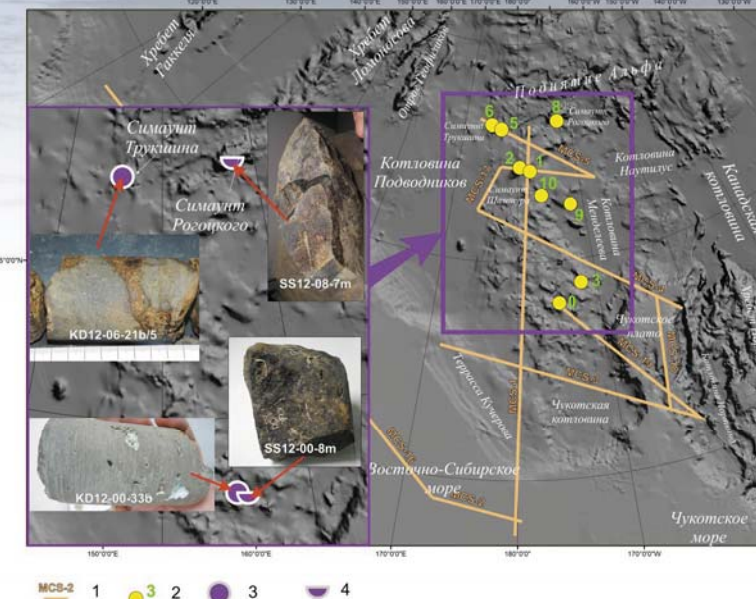
Так выглядит на батиметрической карте район расширенного континентального шельфа России в Арктике, включающий хребты Ломоносова и Менделеева

Однако Комиссия ООН отклонила российскую заявку, посчитав поднятие Менделеева вулканической постройкой на океанской коре плюмовой природы, а хребет Ломоносова – отдельным хребтом, к которому следует применять дистанционный лимит в 350 морских миль. Таким образом, потенциальная площадь юридического российского шельфа в Арктике была максимально сужена.

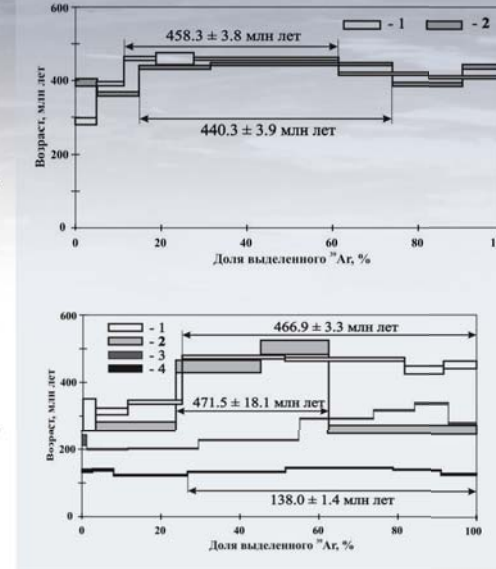
Для выяснения строения хребта Менделеева и окружающих его блоков земной коры Роснедра вместе с подведомственными ему организациями (ВСЕГЕИ, ВНИИОкеангеология, Севморгео и др.), группами ученых из институтов РАН, а также зарубежных ученых провели несколько высокоширотных экспедиций с использованием научно-исследовательских судов и ледоколов. Так, в ходе экспедиции «Арктика-2012» с участием ледокола «Капитан Драницын» и научно-исследовательской подводной лодки основное внимание уделялось опробованию морского дна поднятия Менделеева. Для пробоотбора использовали буровую

установку ГБУ-2/4000Л, с помощью которой в коренных породах в северной и южной частях поднятия Менделеева были пробурены три скважины, а также манипулятор, расположенный в днище подводной лодки. Образцы пород были отобраны вблизи резких уступов морского дна, где по сейсмическим данным и данным видеосъемки были предварительно выявлены выходы акустического фундамента.

Четыре полученных таким образом образца долеритов и базальтов были использованы для петрографического и минералогического анализов, а также последующих изотопных исследований по определению возраста пород аргон-аргоновым методом в аналитическом центре Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (Новосибирск). Изотопные исследования показали, что в спектрах минералов всех образцов устанавливается древняя компонента, соответствующая, судя по всему, возрасту формирования пород, равному примерно 472–467 млн лет, что близко к границе нижне-среднего ордовика (Верниковский и др., 2014). Наряду с древней компонентой в спектрах ряда проб установлены компоненты с более молодыми оценками возраста, которые связаны с излиянием огромного объема базальтов во время плюмовых событий на гра-



Участки геологического опробования морского дна на поднятии Менделеева в ходе экспедиции «Арктика-2012» (10.08–6.10.2012 г.) и возрастные ⁴⁰Ar/³⁹Ar спектры



нице палеозоя и мезозоя и в мезозое. Таким образом, мы можем утверждать, что возраст базальтов и долеритов, отобранных из откосов поднятия Менделеева, является раннепалеозойским. Этот вывод, материалы сейсмических исследований экспедиции «Арктика-2012», новые геологические и геофизические данные по Новосибирским островам позволяют предполагать, что докембрийский фундамент для континентального блока поднятия Менделеева подобен континентальному блоку, включающему Новосибирские острова и архипелаг Де-Лонга.

Более того, становится очевидным, что хребты Ломоносова и Альфа-Менделеева, вместе с расположенными между ними котловинами Макарова и Подводников, представляют собой естественный «мост», сложенный континентальной корой и соединяющий Северо-Американский и Азиатский континенты. Эти данные, безусловно, станут весомым вкладом в обоснование претензий нашей страны на расширение площади своего континентального шельфа в Арктике вплоть до Северного полюса, и благодаря которой Россия может «прирасти» площадью арктического шельфа свыше 1 млн км².

Литература

Верниковский В.А. Геодинамическая эволюция Таймырской складчатой области. Изд-во СО РАН. 1996. 201 с.
 Верниковский В.А., Метелкин Д.В., Толмачева Т.Ю. и др. К проблеме палеотектонических реконструкций в Арктике и тектоническом единстве террейна Новосибирских островов: новые палеомагнитные и палеонтологические данные // Докл. РАН. 2013. Т. 451. № 4. С. 423–429.
 Верниковский В.А., Морозов А.Ф., Петров О.В. и др. Новые данные о возрасте долеритов и базальтов поднятия Менделеева (Северный Ледовитый океан) // Докл. РАН. 2014. Т. 454. № 4. С. 431–435.
 Глебовский В.Ю., Каминский В.Д., Минаков А.Н. и др. История формирования Евразийского бассейна Северного Ледовитого океана по результатам геосторического анализа аномального магнитного поля // Геотектоника. 2006. № 4. С. 21–42.
 Зоненшайн Л.П., Натанов Л.М. Тектоническая история Арктики // Актуальные проблемы тектоники океанов и континентов. М.: Наука. 1987. С. 31–57.
 Grantz A., Clark D.L., Phillips R.L. et al. Phanerozoic stratigraphy of Northwind Ridge, magnetic anomalies in the Canada basin, and the geometry and timing of rifting in the Amerasia basin, Arctic Ocean // Geol. Soc. Amer. Bull. 1998. V. 110. P. 801–820.
 Metelkin D. V., Vernikovskiy V. A., Kazansky A. Yu. et al. Paleozoic history of the Kara microcontinent and its relation to Siberia and Baltica: paleomagnetism, paleogeography and tectonics // Tectonophysics, 2005. V. 398, P. 225–243.
 Metelkin D. V., Vernikovskiy V. A., Matushkin N. Yu. Arctida between Rodinia and Pangea // Precambrian Research. V. 259. P. 114–129.