



**ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ
И ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
В АРКТИКЕ
И ГЛОБАЛЬНЫЕ
ПРИОРИТЕТЫ**

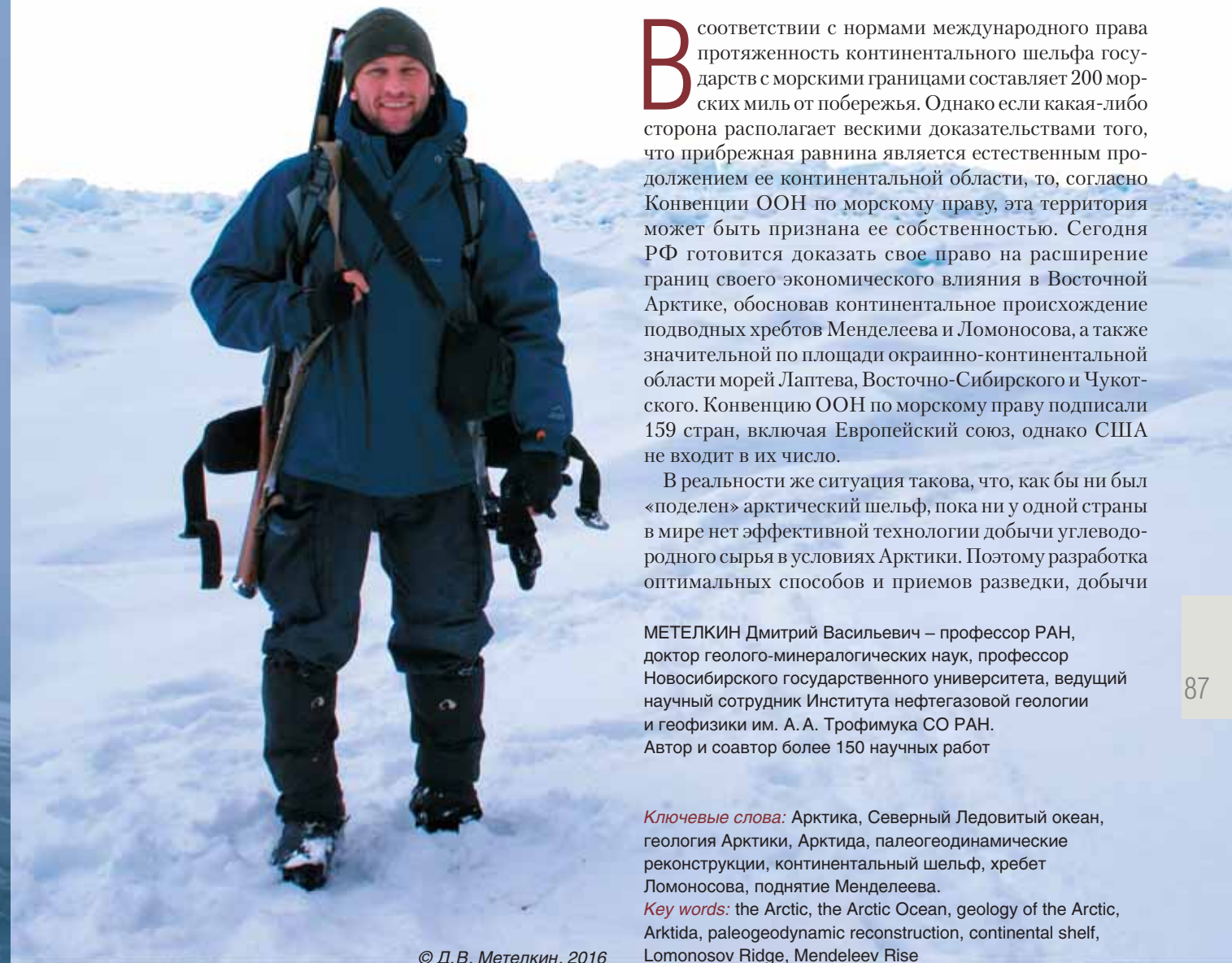


Фундаментальная НАУКА на защите геополитических интересов В АРКТИКЕ

Д. В. МЕТЕЛКИН

Взаимное расположение континентов Земли, которое мы наблюдаем сегодня – это лишь одно из «выражений лица» нашей планеты. Движение литосферных плит, раскрытие и исчезновение океанических бассейнов – все это меняло и продолжает менять облик планеты постоянно. Сотрудники лаборатории геодинамики и палеомагнетизма Центральной и Восточной Арктики Новосибирского государственного университета воссоздают историю изменений облика планеты в одной из ее областей – в Северном ледовитом океане. За плечами сибирских геологов реконструкции палеоконтинентов Арктида и Арктида II – континентальной окраины Евразии, после существования которых началось формирование современной Арктики.

С помощью палеомагнитных методов (изучение древнего магнитного поля земных пород) ученые восстанавливают историю формирования ключевых структур и тектонической эволюции Арктической зоны. Одна из фундаментальных задач, которую сегодня решают геологи, – реконструкция структуры шельфа (хребта Ломоносова и поднятия Менделеева). В случае, если ученые докажут его континентальную природу, эти данные смогут помочь обосновать притязания России на новые территории в Арктике



В соответствии с нормами международного права протяженность континентального шельфа государств с морскими границами составляет 200 морских миль от побережья. Однако если какая-либо сторона располагает вескими доказательствами того, что прибрежная равнина является естественным продолжением ее континентальной области, то, согласно Конвенции ООН по морскому праву, эта территория может быть признана ее собственностью. Сегодня РФ готовится доказать свое право на расширение границ своего экономического влияния в Восточной Арктике, обосновав континентальное происхождение подводных хребтов Менделеева и Ломоносова, а также значительной по площади окраинно-континентальной области морей Лаптева, Восточно-Сибирского и Чукотского. Конвенцию ООН по морскому праву подписали 159 стран, включая Европейский союз, однако США не входит в их число.

В реальности же ситуация такова, что, как бы ни был «поделен» арктический шельф, пока ни у одной страны в мире нет эффективной технологии добычи углеводородного сырья в условиях Арктики. Поэтому разработка оптимальных способов и приемов разведки, добычи

МЕТЕЛКИН Дмитрий Васильевич – профессор РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор Новосибирского государственного университета, ведущий научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН. Автор и соавтор более 150 научных работ

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

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

© Д. В. Метелкин, 2016

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 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). Однако Комиссия ООН отклонила российскую заявку, посчитав поднятие Менделеева вулканической постройкой на океанической коре плюмовой природы, а хребт 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

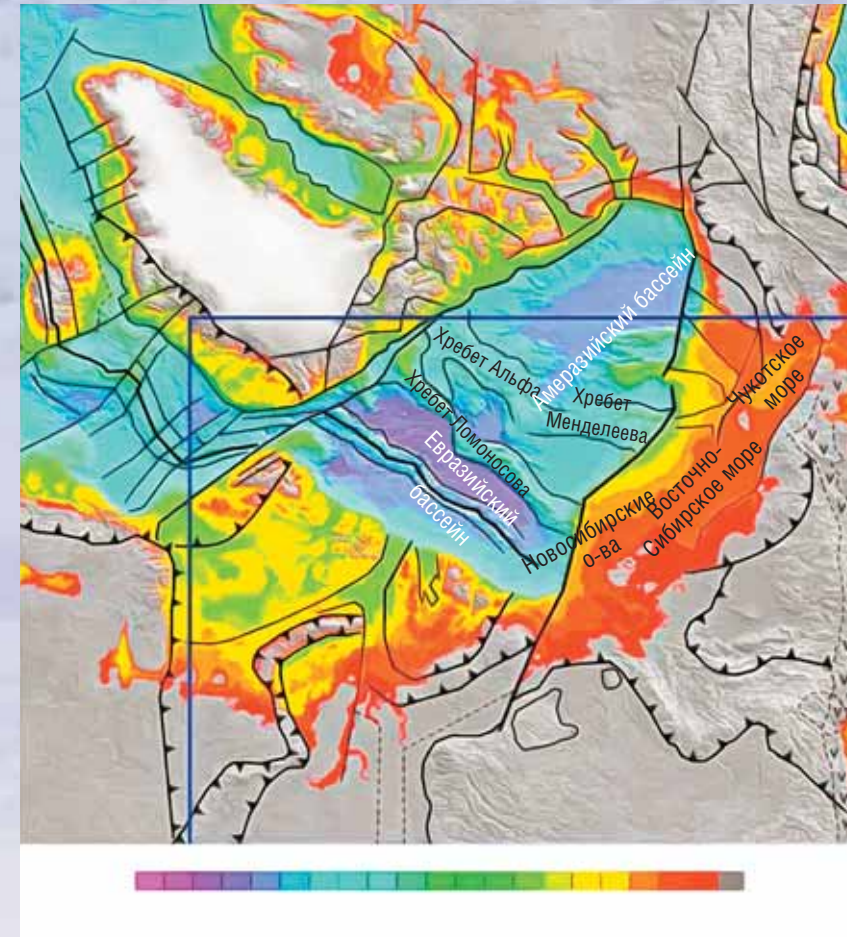
За 700 млн лет Арктида, первоначально входившая в состав суперконтинента Родинии (950 млн лет назад), а затем в суперконтинент Пангею (250 млн лет назад), изменила свою конфигурацию и широтное положение, но сохранила общее расположение между палеоконтинентами Лаврентией, Балтикой и Сибирью. По: (Metelkin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

Северный Ледовитый океан – самый молодой, 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/>)

и транспортировки этих ресурсов является не менее острой проблемой, чем вопрос борьбы за потенциально богатые территории Восточной Арктики. Даже если мы докажем право России на шельф и придем на эту землю с тем, что имеем сейчас, перспектива освоения даже гигантских по запасам месторождений далеко не очевидна. Вполне возможно, что стоимость этого сырья, учитывая затраты на извлечение и транспортировку, будет запредельной, а экономическая выгода – минимальной.

История, «записанная» в камне

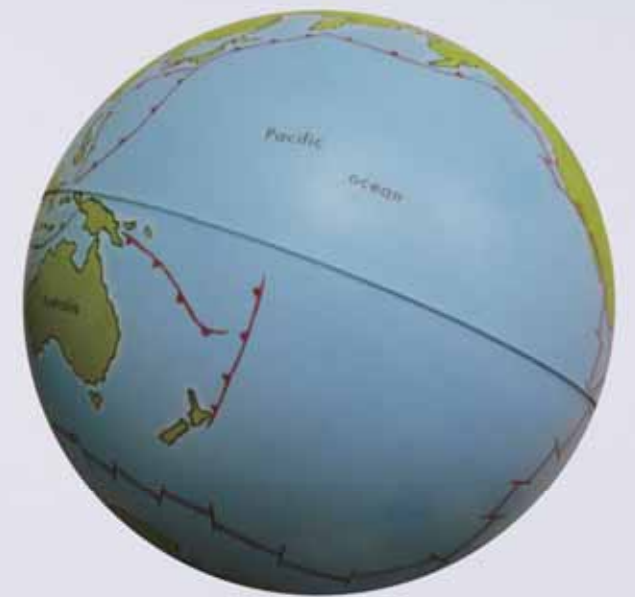
Сотрудники лаборатории геодинимики и палеомагнетизма Центральной и Восточной Арктики, недавно созданной в Новосибирском государственном университете, занимаются в первую очередь фундаментальными геологическими исследованиями. Основная задача связана с геодинимическим анализом, восстановлением истории формирования ключевых



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-Анюйского 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

Академик РАН В. А. Верниковский

Палеомагнитные данные, впервые полученные для этого региона группой из лаборатории геодинимики 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. 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





структур и тектонической эволюции этого сектора Арктики в целом. Для ее решения прежде всего необходимо реконструировать структуру шельфа, доказать его континентальную природу.

Современный тектонический образ Северного Ледовитого океана, по геологическим меркам, молодой. Перераспределение континентальных масс, связанное с раскрытием и исчезновением океанических бассейнов – это постоянный процесс, определяющий облик планеты Земля на протяжении миллиардов лет. Взаимное положение континентов, которое мы наблюдаем сегодня – лишь один из этапов в истории движения литосферных плит, не первый и далеко не последний в глобальной тектонической истории. Для ее реконструкции, восстановления границ и географического расположения отдельных элементов, составляющих современную структуру, используют различные геологические приемы. Однако ведущим сегодня по праву считается палеомагнитный метод.

Он основан на способности горных пород «записывать» и сохранять информацию о магнитном поле Земли, которое существовало в момент их образования. Основные характеристики геомагнитного поля целиком зависят от положения в пространстве. Сохраняя информацию о древнем магнитном поле, горные породы опосредованно сохраняют информацию о своем

Иван Алексеев отбирает образцы для анализа во время студенческой практики на полярной станции «Остров Самойловский» летом 2016 г. Фото А. Кораблевой.

Предоставлено пресс-службой НГУ

палеогеографическом положении. Блоки земной коры передвигаются в пространстве – с ними передвигается вся записанная информация. С помощью сложноустроенного оборудования и специальных методик мы можем измерить те палеомагнитные характеристики, которые указывают на географическое положение блока земной коры в момент формирования слагающих его горных пород. Сегодня, благодаря высокоточной аппаратуре и детально разработанным методикам анализа, мы научились определять географическую широту с точностью до нескольких градусов.

Собранная база данных, объединяющая палеомагнитные определения по большому количеству блоков земной коры, позволяет воссоздать облик планеты или отдельных ее частей, какими они были много миллионов лет назад. Чем более детальную информацию мы получаем, тем четче эта картина.

Однако для палеомагнитного исследования нам доступны далеко не все геологические объекты: шельф находится глубоко под водой, соответственно, прямые

РЕСУРСЫ НЕФТИ, ПРИРОДНОГО ГАЗА И КОНДЕНСАТА РОССИЙСКОГО СЕКТОРА АРКТИКИ

Россия является лидером по многим направлениям освоения ресурсов углеводородов Арктики. Советский Союз – Россия первой открыла месторождения углеводородов в Арктике, создала уникальные технологии, разведала и начала их разработку, спроектировала и построила гигантские, не имеющие аналогов в мире транспортные системы. Особенно впечатляют достижения нашей страны по освоению уникальных газовых месторождений арктических районов Западной Сибири (Медвежье, Уренгойское, Ямбургское, Заполярное, Бованенковское). Ни США, ни другие арктические страны опыта освоения подобных газовых феноменов не имеют.

В Арктике при поисках, разведке и вводе нефтяных и газовых месторождений в разработку Советский Союз – Россия всегда были первыми, когда опирались на отечественную науку, отечественные технологии, отечественную промышленность, а значит, и на отечественные кадры!

Согласно сводной оценке перспектив нефтегазоносности территорий и акваторий Российской Арктики, выполненной специалистами ИНГГ СО РАН, ВНИИОкеангеология, ВНИГНИ, ВНИГРИ, МГУ, ИПНГ СО РАН, начальные ресурсы

нефти арктических территорий выше, чем акваторий. Ресурсы газа территорий и акваторий различаются незначительно. Нужно отдавать себе отчет, что геолого-геофизическая изученность акваторий восточных регионов России еще низкая. Поэтому по мере получения новой информации оценки ресурсов будут уточняться. В частности, нельзя исключать, что оценка ресурсов нефти российского сектора акваторий Северного Ледовитого океана может оказаться существенно выше. В рамках выполненной оценки более половины ресурсов углеводородов акваторий сосредоточено в западной части Российской Арктики, в Баренцевом и Карском морях. В любом случае очевидно, что по ресурсам нефти и газа Циркумполярный арктический бассейн и Российский его сектор в первую очередь сопоставимы с такими уникальными нефтегазоносными бассейнами, как бассейн Ближнего Востока и Западно-Сибирский.

Академик РАН А. Э. Конторович

Подготовка к отгрузке нефти, добытой на Приразломном месторождении – единственном в России проекте по освоению углеводородных ресурсов шельфа Арктики.
© ОАО Газпром нефть 2016



наблюдения мы можем вести только в пределах островных поднятий, а это очень маленькие площади в сравнении с общей территорией. И если, работая внутри континента, мы можем выбирать наиболее подходящие горные породы и объекты, то в Арктике выбирать не приходится. Таких объектов, которые можно взять и потрогать, там очень немного. И тем не менее площадь изученной нами арктической территории во много раз превосходит ту, что удалось исследовать зарубежным

Криогенный магнитометр в лаборатории геодинамики и палеомагнетизма Центральной и Восточной Арктики НГУ.

Слева вверху – прибор для ориентировки выбуренного керна. Прибор вставляется горизонтально в оставшееся в обнажении отверстие. Выставляется замер по компасу, и при наличии солнца ставится засечка, которая отбрасывает тень – таким образом, мы рассчитываем разницу между направлением магнитного и географического полюсов и получаем информацию, куда был ориентирован керн»

Первые палеомагнитные данные по Арктике, например, по Шпицбергену, Новой Земле, были получены еще в конце XX в. Но тогда их качество было недостаточно для того, чтобы строить непротиворечивые палеогеографические модели. Прежде всего это связано с технологическими сложностями. За последние 20 лет качество измерений значительно повысилось, увеличился диапазон чувствительности оборудования, улучшились методики измерений. За это время российским ученым удалось значительно продвинуться в палеомагнитных исследованиях в Арктике, опередив своих зарубежных коллег.

На сегодняшний день оснащение лаборатории геодинамики и палеомагнетизма полностью соответствует мировому уровню. Появление в Новосибирске криогенного магнитометра позволило оперативно определять наиболее важные палеомагнитные характеристики практически любых горных пород, а зная геологический возраст этих пород, – реконструировать взаимное расположение континентов. Первый криогенный магнитометр появился в Новосибирске около 10 лет назад в лаборатории Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, второй, более современный прибор функционирует теперь в Новосибирском государственном университете. Всего в мире 160 таких приборов.



Остров Жаннетты – остров в группе островов Де-Лонга в Восточно-Сибирском море – был открыт во время экспедиции американского полярного исследователя Джорджа Вашингтона Де-Лонга и получил свое название в честь его корабля «Жаннетта», который, будучи зажат ледяными массами, дрейфовал мимо острова в мае 1881 г.

геолого-геофизических данных позволяет обоснованно реконструировать, что все островные поднятия на территории российской части шельфа в прошлом могли составлять единый континентальный массив.

К берегам Де-Лонга

коллегам. Например, в канадском секторе Арктики получено всего два-три определения, и систематические работы не велись. Активно изучался, пожалуй, только архипелаг Шпицберген. Здесь проделана огромная работа, изучен чуть ли не каждый камень, однако необходимой первичной интерпретируемой палеомагнитной информации по разным причинам установить практически не удается.

Что касается российского арктического сектора, то на сегодняшний день совсем не изучен только остров Врангеля. Остальные архипелаги: Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Северная Земля и Новосибирские острова, – имеют хотя бы по несколько определений на разные интервалы геологического времени. Хотя изученность в целом довольно фрагментарная, однако собранный банк палеомагнитных и других

Одним из уникальных объектов геологического, в том числе палеомагнитного, исследования является архипелаг Новосибирские острова. Это один из немногих объектов, доступных для прямых наблюдений на шельфе Восточной Арктики. В его составе традиционно выделяют три группы островов, которые географически разделяют бассейны морей Лаптева и Восточно-Сибирского: Ляховские (Большой и Малый Ляховские, Столбовой), Анжу (Бельковский, Котельный, Земля Бунге, Фаддевский, Новая Сибирь) и небольшие по площади, но довольно значительно отстоящие друг от друга территориально острова Де-Лонга (Беннетта, Жохова, Вилькицкого, Генриетты, Жаннетты).

В связи с труднодоступностью островов информация об их геологическом строении собиралась по крупицам. Значительный прорыв намечился только в последние годы. Получено несколько принципиально важных

результатов, в том числе доказано континентальное происхождение этой части шельфа Восточной Арктики. Палеомагнитные данные позволили обосновать тектоническое единство восточной группы островов Де-Лонга и западной части архипелага, включающей острова Анжу и Ляховские, что ставилось под сомнение большинством зарубежных геологов. Традиционно эти части архипелага рассматривались в составе различных блоков земной коры с отличной друг от друга геологической историей. Палеомагнитные данные позволили уточнить географические широты, на которых формировались геологические комплексы, слагающие острова более 450 млн лет назад, восстановить кинематику перемещений блока земной коры, включающей Новосибирские острова в далеком геологическом прошлом и многое другое. Фактический материал, на котором строятся эти доказательства, обычно сопровождается определением «первые» или «впервые». Ярким примером может служить о-в Жаннетты – небольшой скальный выступ на крайнем северо-востоке архипелага Де-Лонга. До недавнего времени эта часть суши представляла фактически белое пятно на геологической карте.

Берега острова – непрерывные скалистые обрывы высотой 100–350 м. Поверхность острова в поперечном субширотном сечении имеет двугорбый профиль, скрыта под постоянным ледниковым покровом и чрезвычайно редко освобождается от облаков.

Со времени открытия острова сведений о его посещении людьми практически нет. Единственным геологом, который попутно мог побывать на острове во время экспедиции 1933 г., является известный полярный исследователь М. М. Ермолаев. Но и он оставил только общие и очень краткие сведения о геологическом строении острова. И лишь совсем недавно, в 2013 г., во время экспедиции к островам Де-Лонга, в которой приняли участие сотрудники НГУ – Д. В. Метелкин и Н. Ю. Матушкин, удалось получить первое представление о геологии острова и собрать уникальную коллекцию образцов горных пород, которые, раскрывают палеогеографическое положение этого континентального блока земной коры более 500 млн лет назад (Соболев и др., 2014). Оказалось, что в то время сам блок находился в экваториальной зоне, а существовавшие геологические условия напоминали современную котловину Охотского или Японского морей, которые находятся в тылу Курило-Камчатской зоны активного вулканизма, обусловленного процессом погружения (субдукции) океанской литосферы Тихого океана.

Мы не говорим, что наша модель – истина в последней инстанции. Не все наши реконструкции однозначно подтверждены большим объемом реальных данных, во многих случаях мы основываемся на обнаруженных закономерностях и единичных геологических фактах,

АРКТИКА ВЧЕРА И СЕГОДНЯ

Первый раз я попал в Арктику на полуостров Таймыр, а позднее на Северную Землю в конце 1990-х гг. в составе крупной международной экспедиции. Тогда не было никаких разговоров про шельф, про «свои-чужие» территории, все было заброшено и никому не нужно. Созданная в советское время инфраструктура разваливалась на глазах, восстановить все это теперь стоит слишком больших денег. В те годы, как и сейчас, наши интересы имели прежде всего фундаментальный научный интерес, никакой политической подоплеки. Этот проект финансировался из разных источников, основная доля вложений была со шведской стороны. Идея состояла в том, чтобы одновременно один и тот же геологический объект могли посетить специалисты разных профилей и в относительно короткий срок, максимально комплексно изучить его, собрать самую разнообразную геолого-геофизическую информацию по территории Центральной Арктики. Потом был довольно продолжительный перерыв – не было денег. Средств одного научного коллектива или даже института не хватит, чтобы организовать собственную экспедицию в Арктику – это суммы совершенно иного порядка

требующих проверки. Наверняка с появлением новой фактической основы реконструкции будут уточняться или меняться. Но та парадигма, которая лежит в ее основе, я надеюсь, окажется жизнеспособной и будет продолжать развиваться.

У наших фундаментальных работ есть как минимум два важных и понятных неспециалисту практических приложения. Во-первых, фактические данные, благодаря которым мы воссоздаем структуру шельфа и его геологическую историю, являются необходимым элементом для обоснования притязаний России на расширение зоны своего экономического влияния в Арктике. Первые реконструкции истории развития шельфа уже включены в новую заявку для ООН о расширении границ российского сектора в пределах Восточно-Сибирского и Чукотского морей. Это реальный пример, когда фундаментальная наука помогает в решении геополитических задач.

Во-вторых, полученные новые данные могут быть использованы при разведке нефтегазовых месторождений. Распределение этих ресурсов на арктическом шельфе определяется особенностями его строения и геологического развития. Мы расшифровываем эту структуру и делаем вывод о том, где можно искать полезные ископаемые. Это не прямые указания «копать здесь», но, опираясь на эти данные, геологи могут выбирать наиболее перспективные участки. Конечно, наши данные – лишь кирпичик в большом деле поиска крупных месторождений на арктическом шельфе.

Финансирование САЕ вряд ли позволит организовать систематически работающую научную экспедицию в Арктике, но уверен, что такая цель и не является приоритетной. С моей точки зрения, главное – это запрос государства на обеспечение геолого-геофизических и сопутствующих работ в Арктике высококвалифицированным и всесторонне подготовленным кадровым потенциалом. Вырастить такие кадры возможно только лишь путем вовлечения молодых заинтересованных исследователей – студентов, магистрантов, аспирантов – в настоящую научную работу с реальными арктическими объектами. И с этим вызовом мы – старшее поколение САЕ, включающее эффективно работающих профессионалов, – уверен, готовы справиться.

Литература

- Верниковский В. А., Добрецов Н. Л., Метелкин Д. В. и др. *Проблемы тектоники и тектонической эволюции Арктики* // *Геология и геофизика*. 2013. Т. 54, № 8. С. 1083–1107.
- Соболев Н. Н., Метелкин Д. В., Верниковский В. А. и др. *Первые сведения о геологии острова Жаннетты (архипелаг Де-Лонга, Новосибирские острова)* // *ДАН*. 2014. Т. 459. № 5. С. 595–600.
- Continental shelf limits: The Scientific and Legal Interface* / P. J. Cook, C. M. Carleton (Eds.). Oxford University Press, 2000. 365 p.
- Metelkin D. V., Vernikovskiy V. A., Matushkin N. Yu. *Arctida between Rodinia and Pangea* // *Precambrian Research*. 2015. V. 259. P. 114–129.

Многие считают, что геологи – это самоотверженные люди, которые готовы месяцами спать в палатке.

Однако уют, тепла и комфорта, особенно душевного, хочется всем без исключения. Работа же в климатических условиях Арктики порой сопряжена с риском для жизни. Но арктические геологи должны уметь быстро адаптироваться к таким условиям и решать научные задачи на суровой земле

