

ТРАНСГРАНИЧНАЯ ГЕОДИНАМИКА

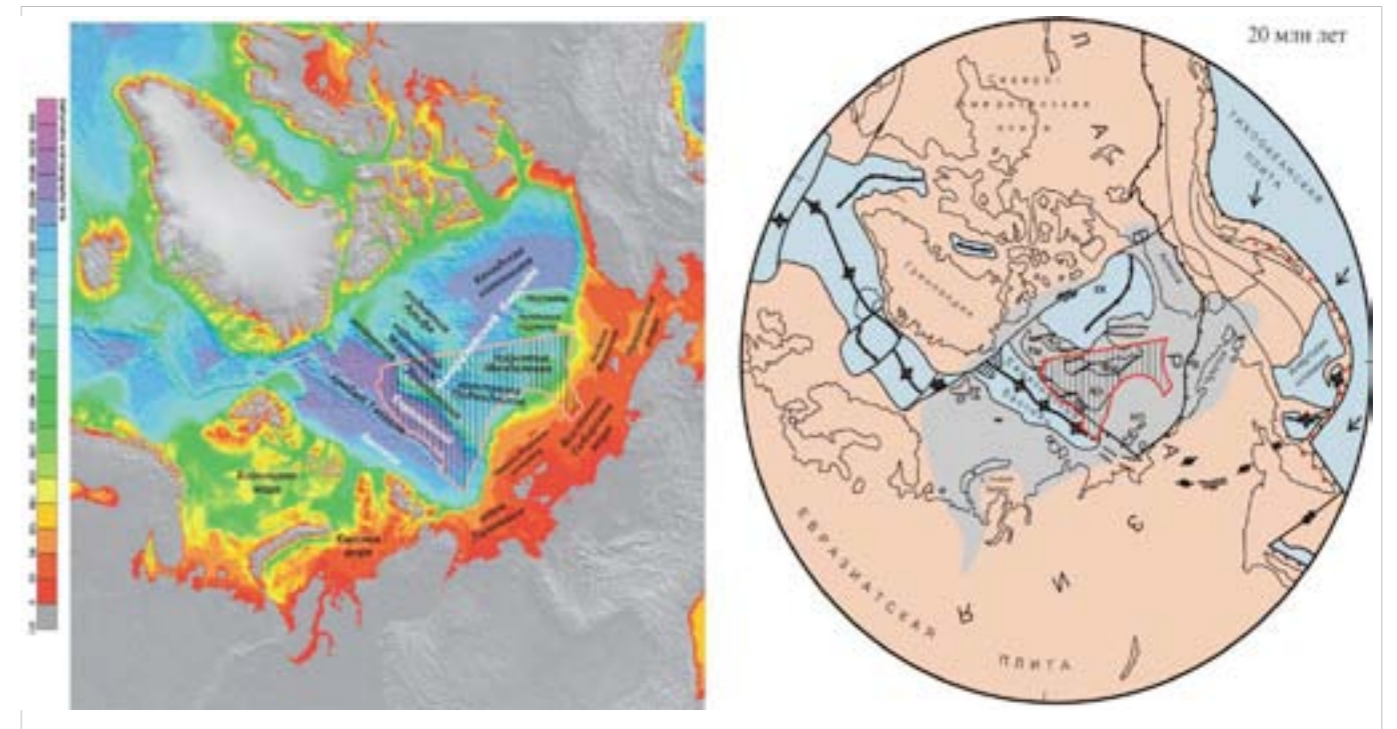
ПОДАННОЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИЕЙ В КОМИССИЮ ООН ПО ГРАНИЦАМ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА ПЕРЕСМОТРЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ВНЕШНИХ ГРАНИЦАХ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА РОССИИ ОСНОВЫВАЕТСЯ НА РЕЗУЛЬТАТАХ МНОГОЛЕТНИХ НАУЧНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОВЕДЕННЫХ РОССИЙСКИМИ УЧЕНЫМИ В АРКТИКЕ. О ТОМ, КАКИЕ ЕСТЬ У РОССИИ АРГУМЕНТЫ ДЛЯ ЗАЯВЛЕНИЯ ПРЕТЕНЗИЙ НА РАСШИРЕНИЕ СВОИХ ВЛАДЕНИЙ В АРКТИКЕ, МЫ БЕСЕДУЕМ С ЧЛЕНОМ РОССИЙСКОЙ ДЕЛЕГАЦИИ, ЗАМЕСТИТЕЛЕМ ДИРЕКТОРА ИНСТИТУТА ОКЕАНОЛОГИИ РАН ЛЕОПОЛЬДОМ ЛОБКОВСКИМ

ТЕКСТ И ФОТО Владислав Стрекопытов



Лобковский Леопольд Исаевич
заместитель директора Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, заведующий Лабораторией геодинамики, георесурсов и геоэкологии, член Европейской Академии, известный ученый в области теоретической геодинамики. Автор обобщающих концепций тектоники деформируемых литосферных плит и двухъярусной тектоники плит, геодинамических моделей эволюции Арктики и Восточной Азии, «клавишной» математической модели циклов сильнейших цунамигенных землетрясений.

Установление внешних границ континентального шельфа является заключительным этапом установления прибрежными государствами внешних границ морских районов, попадающих под национальную юрисдикцию в соответствии с Конвенцией ООН по морскому праву 1982 года. Подход, положенный в основу решений Комиссии ООН по границам континентального шельфа, уникален: впервые в истории человечества границы между государствами определяются не на полях сражений и не за столом переговоров, а на основе научной аргументации. И если в 2001 году первичное представление (заявка) России было признано недостаточно аргументированным, то сейчас российская делегация представила в международный орган системную аргументацию, подкрепленную данными 15-летних исследований, наложенными на концептуальную основу в виде новой геодинамической модели. Именно созданная учеными Российской академии наук новая геодинамическая модель развития Арктики позволила понять механизм образования и эволюции основных тектонических элементов Центрально-Арктической области и показать что хребты Ломоносова и Менделеева, а также расположенная между ними котловина Подводников являются естественным континентальным продолжением российской шельфовой окраины Евразии. И независимо от исхода рассмотрения российской заявки в Комиссии ООН, эта модель сама по себе является выдающимся научным достижением.



Основные геоморфологические структуры Северного Ледовитого океана. Сопоставление области расширенного континентального шельфа России в Арктике согласно заявке 2001 года и структуры Евразийской континентальной окраины, являющейся фрагментом Арктиды согласно палеорекострукции на 20 млн лет

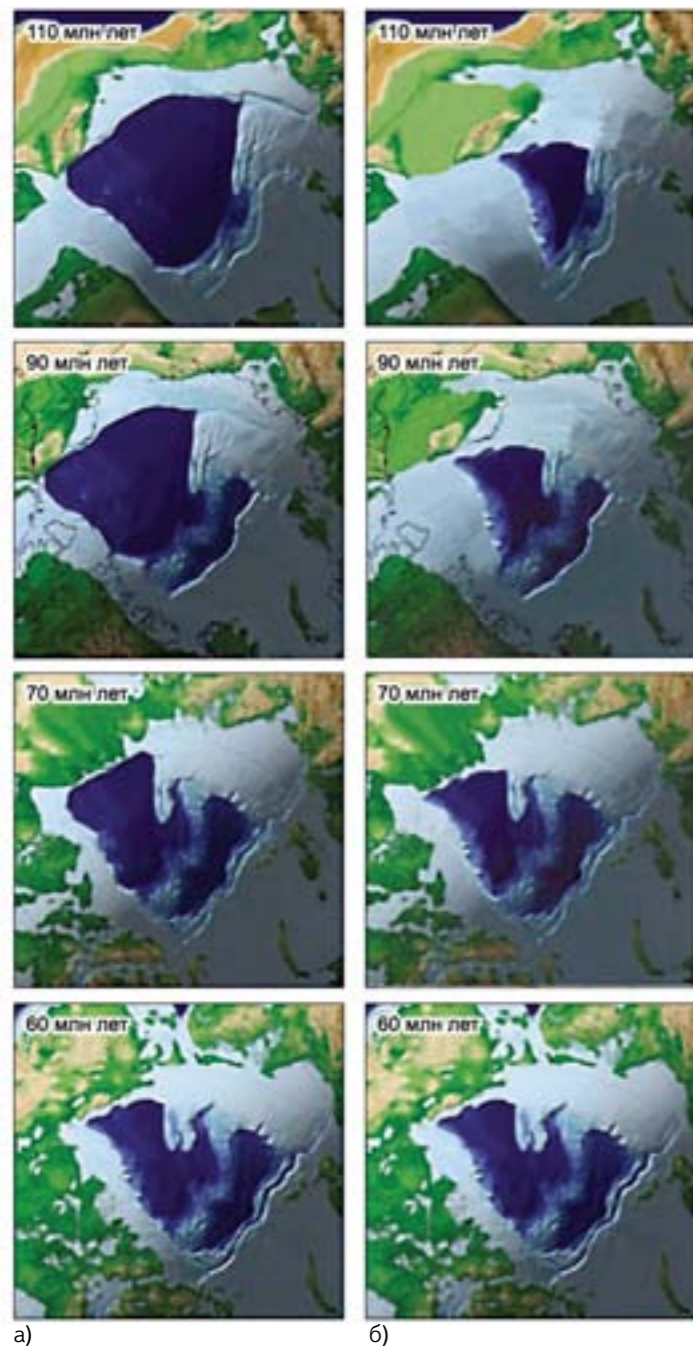
НАСКОЛЬКО ОТЛИЧАЕТСЯ ПОНЯТИЕ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА, ПРИНЯТОЕ В МЕЖДУНАРОДНОМ ПРАВЕ, ОТ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО?

Юридическая внешняя граница континентального шельфа (ВГКШ) совершенно не совпадает с геоморфологической границей — мелководной частью подводной окраины материка.

В соответствии с п. 6 ст. 76 Конвенции ВГКШ может быть продолжена достаточно далеко и за пределы 200-мильной исключительной экономической зоны, если например, к шельфу подходит какое-то мелководное поднятие, имеющее континентальную природу. Тогда его можно частично включить в юридический контур континентального шельфа (но не более 150 дополнительных миль). Есть и другой критерий, позволяющий расширить границы шельфа, — если континентальный склон, являющийся продолжением шельфа в сторону океана, имеет толстый осадочный чехол, мощностью несколько километров. Рас-

ширение по этому критерию ограничено так называемым 1%-м приростом: границы шельфа можно продлить на расстояние, равное 100-кратной толщине осадочного чехла. Например, при мощности осадочной толщи 1 км, можно продлить на 100 км. Но и здесь есть предел — 60 миль. И есть еще один момент: если шельф имеет естественное континентальное продолжение в океан в виде хребтов, поднятий и т. п., тогда ограничения на продление снимаются, если доказано, что эволюционно это продолжение — часть континента, погруженная часть материковой окраины. Тогда ограничительные критерии не работают. Но продление границ по этому пункту требует дополнительных доказательств — что эти поднятия имеют континентальную природу и неразрывно связаны с берегом. В Арктике оказалась именно такая ситуация. Арктический бассейн очень маленький, и в нем

Подход, положенный в основу решений Комиссии ООН, уникален: впервые в истории человечества границы между государствами определяются не на полях сражений и не за столом переговоров, а на основе научной аргументации



а) Палеогеодинамические реконструкции Северного Ледовитого океана (а — Scotese, 2011; б — Казмин и др., 2014)

очень много структур, имеющих континентальную природу.

КОНВЕНЦИЯ БЫЛА ПРИНЯТА В 1982 ГОДУ. А КОГДА НАЧАЛАСЬ ДИСКУССИЯ О ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕНИЯ ШЕЛЬФА?

Для определения внешней границы континентального шельфа Конвенция 1982 года отвела прибрежным государствам десятилетний срок со дня ратификации. Россия ратифицировала Конвенцию в 1997 году, только через 15 лет после принятия. А США ее не ратифицировали вообще. Наша заявка, поданная впервые в 2001

году, вообще была по Арктике первая, и она рассматривалась на 11-й сессии Комиссии ООН по границам континентального шельфа летом 2002 года. Тогда возник целый ряд вопросов.

В заявку был включен весь «большой арктический треугольник», куда входил весь хребет Ломоносова с обрамлением, хребет Менделеева и находящиеся между ними котловины Подводников и Макарова. Всю эту зону объявили продолжением Сибирского кратона. Комиссия, в состав которой входили геологи с мировыми именами, провела экспертизу первичной заявки. Заключение комиссии было отрицательным. Было высказано сомнение, что хребет Менделеева является континентальным. Комиссия решила, что есть больше оснований считать его океаническим, на что, по мнению Комиссии, указывают следы излияний океанических базальтов. По поводу хребта Ломоносова Комиссия признала его континентальную природу. Он отделился от Баренцевоморской континентальной окраины в результате медленного спрединга в кайнозойский этап (около 57 млн лет назад), это хорошо доказано на основе анализа магнитных аномалий. Но они не признали, что этот хребет является продолжением евразийского шельфа. То есть не признали правомерности притязания России. Замечания в основном сводились к недостатку материалов (карт) по рельефу, по осадочной толще и т. д.

ЧТО НУЖНО БЫЛО ДОКАЗАТЬ?

Нужно было доказать, что хребет Менделеева континентальный, провести специальные сейсмические исследования, построить карту рельефа, карту осадочной толщи. Все эти исследования стали предметом многочисленных серьезных экспедиций, проводимых в последующие 15 лет. Главными организациями были институты Министерства природных ресурсов РФ: ВНИИОкеангеология и ВСЕГЕИ.

А КАКОВА РОЛЬ В ЭТОМ ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ «ДОКАЗАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ» БЫЛА У АКАДЕМИИ НАУК?

Академия наук на ранних этапах в этой проблеме не участвовала. Участие РАН началось с 2010 года благодаря инициативе вице-президента РАН академика Н.П. Лавёрова. Без участия академических ученых очень трудно было бы решить вопросы эволюции структур региона и разработки собственно геодинамической модели. Под руководством Н.П. Лавёрова был создан «творческий



Понятие «континентального шельфа» в науках о Земле

В естественных науках (география, геология, океанология и океанография) континентальным шельфом называют один из элементов морского дна, входящий в состав подводной окраины материков (материковой окраины). Подводная окраина материков является переходной зоной от континента к глубоководному морскому дну и, как правило, состоит из трех элементов: континентального шельфа, континентального склона и континенталь-

ного подъема. Она может быть осложнена примыкающими к ней подводными хребтами, плато, поднятиями, банками, отрогами и другими возвышенностями. Континентальный шельф является самой верхней частью подводной окраины материка и представляет собой пологое выровненное продолжение континента под водой до крутого обрыва морского дна в сторону моря, ниже которого начинается континентальный склон. Шельф, как правило, мелководный. Глубины здесь составляют 200–500 метров.

коллектив» из специалистов, занимающихся Арктикой. Главным был назначен Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН. Меня Николай Павлович попросил быть координатором этой части работы. Кроме сотрудников нашего института в научную группу входили специалисты Геологического института РАН, Института нефтяной геологии и геофизики СО РАН и Института физики Земли РАН. Главной задачей нашего академического коллектива было построить модели эволюции структур Арктического бассейна и доказать генетическую связь подводных хребтов и поднятий Северного Ледовитого океана с континентальной частью. Так как главным был Институт океанологии, модель, конечно, строилась с позиции концепции тектоники плит.

Когда начали разбираться, оказалось, что задача чрезвычайно сложная. Предыдущие модели содержали множество внутренних противоречий. Дело в том, что в геологии до сих пор не было единой модели эволюции Арктического региона. Да и сам регион сложный по своей структуре — множество этапов, сочленение самых разновозрастных блоков коры и т. д. Понятно, что в 2001 году мы были не готовы ответить на все эти вопросы. Но главное мы тогда сделали — подали заявку, застолбили. А сейчас в обоснование этой заявки мы уже подготовили новую геодинамическую модель эволюции Арктического региона на основе предложенной нами обобщающей концепции тектоники деформируемых литосферных плит.

Интересна сама история разработки тектонической модели эволюции Арктики. Ее современный плитотектонический этап составляет более сорока лет. В нем участвовали крупнейшие отечественные геологи, такие как И.С. Грамберг, Л.П. Зоненшайн, В.Е. Хаин, а также ряд известных западных ученых, в частности, Гранц, Скотиз, Голонка, Миллер и др. Анализируя вклад наших предшественников в решение проблем эволюции Арктики и используя максимальное количество современных геолого-геофизических данных, полученных в последние годы отечественными и зарубежными исследователями, мы задались целью создать отвечающую этим данным современную геодинамическую модель эволюции Арктики и формирования ее основных тектонических структур. По поводу происхождения хребта Ломоносова изначально было ясно, что это результат развития процесса спрединга в кайнозойское вдоль хребта Гаккеля: хребет Ломоносова просто отошел от континентальной окраины с образованием в его тылу Евразийского бассейна. Что касается эволюции Амеразийского бассейна к востоку от хребта Ломоносова, включающего котловины Макарова, Подводников, хребты Альфа и Менделеева, Канадскую котловину — здесь ситуация была намного сложнее. Так, формирование Канадской котловины началось в юрское время, когда от палеоконтинента откололась серия континентальных блоков, включая Аляску и Чукотку. Чукотка при этом приблизилась к Евразии,

Нужно было доказать, что хребет Ломоносова континентальный, провести специальные сейсмические исследования, построить карту рельефа, карту осадочной толщи

Новая геодинамическая концепция деформируемых литосферных плит

Тектоника литосферных плит как логически целостная концепция оформилась в конце 60-х годов прошлого столетия, когда были сформулированы ее основные исходные положения. Среди них особое значение имел постулат о жесткости литосферных плит, который позволил использовать так называемую теорему Эйлера для расчета кинематики движения плит по поверхности Земли. С тех пор на протяжении более сорока лет многие геологи и геофизики из разных стран широко применяли кинематический аппарат тектоники плит как для расчетов современных горизонтальных движений литосферы, так и в целях построения кайнозойских и мезозойских реконструкций расположения материков и океанов на поверхности Земли, а также составляющих их блоков океанической и континентальной коры.

Несмотря на полный триумф концепции тектоники плит, которая на протяжении почти полувековой истории своего развития постоянно получала новые подтверждения

справедливости основных положений и выводов, следует заметить, что тектоника плит, как и любая теория, безусловно, имеет свои ограничения и не может объяснить абсолютно все наблюдаемые факты.

В частности, в работах Л.И. Лобковского с соавторами были выявлены серьезные трудности и противоречия, возникающие при применении эйлеровой кинематики плит для описания меловых реконструкций Арктического региона, увязанных с раскрытием Северной Атлантики. Исходя из этих соображений, была сформулирована обобщающая тектонику плит концепция, получившая название тектоники деформируемых литосферных плит. В ней подчеркивается полная преемственность предлагаемой новой концепции по отношению к классической парадигме тектоники плит. В то же время содержится указание на очевидный путь расширения этой парадигмы.

Суть предложенной новой концепции состоит в том, что вместо методологии кинематического описания вращения абсолютно твердых плит на сфере с использованием эйлеровых полюсов вращения вводится ко-

личественный анализ распределенных упругопластических деформаций литосферы, совмещенный с математическим описанием вязких подлитосферных мантийных течений. Предлагаемая концепция тектоники деформируемых литосферных плит позволяет по-новому взглянуть на некоторые устоявшиеся представления о соотношении тектонических процессов, развивающихся на границах и во внутренних частях плит. В течение длительного периода (с конца 60-х годов прошлого столетия до начала нынешнего века) математическое моделирование глубинных процессов (мантийная конвекция, гидродинамика плюмов) в основном развивалось независимо от математического моделирования поверхностных процессов (тектоника плит, коровые процессы) при очевидной ущербности и неполноте такого подхода. Развиваемый подход к анализу тектонических и геодинамических процессов на основе концепции тектоники деформируемых литосферных плит означает переход к совместному количественному описанию глубинных (мантийных) и поверхностных (литосферно-коровых) процессов.

закрыв часть Протоарктического океана и войдя в состав Евразийского континента. А хребет Менделеева, поднятие Альфа, котловины Подводников и Макарова образовались позже за счет субширотного растяжения арктической области, начавшегося примерно 130 млн лет назад и продолжающегося до наших дней. Что мы видим на сегодняшний день в Арктическом бассейне: в восточном его сегменте есть древняя юрская–раннемеловая Канадская котловина, затем, на востоке хребты Ломоносова, Альфа–Менделеева — это, по сути дела, погруженные куски континента, а на западе — раскрывшийся при спрединге вдоль хребта Гаккеля Евразийский бассейн.

НАСКОЛЬКО ОДНОЗНАЧНО ДАННАЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЗВОЛЯЕТ ОТНЕСТИ ВСЕ СТРУКТУРЫ АРКТИЧЕСКОГО БАССЕЙНА К ТОЙ ИЛИ ИНОЙ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ОКРАИНЕ?

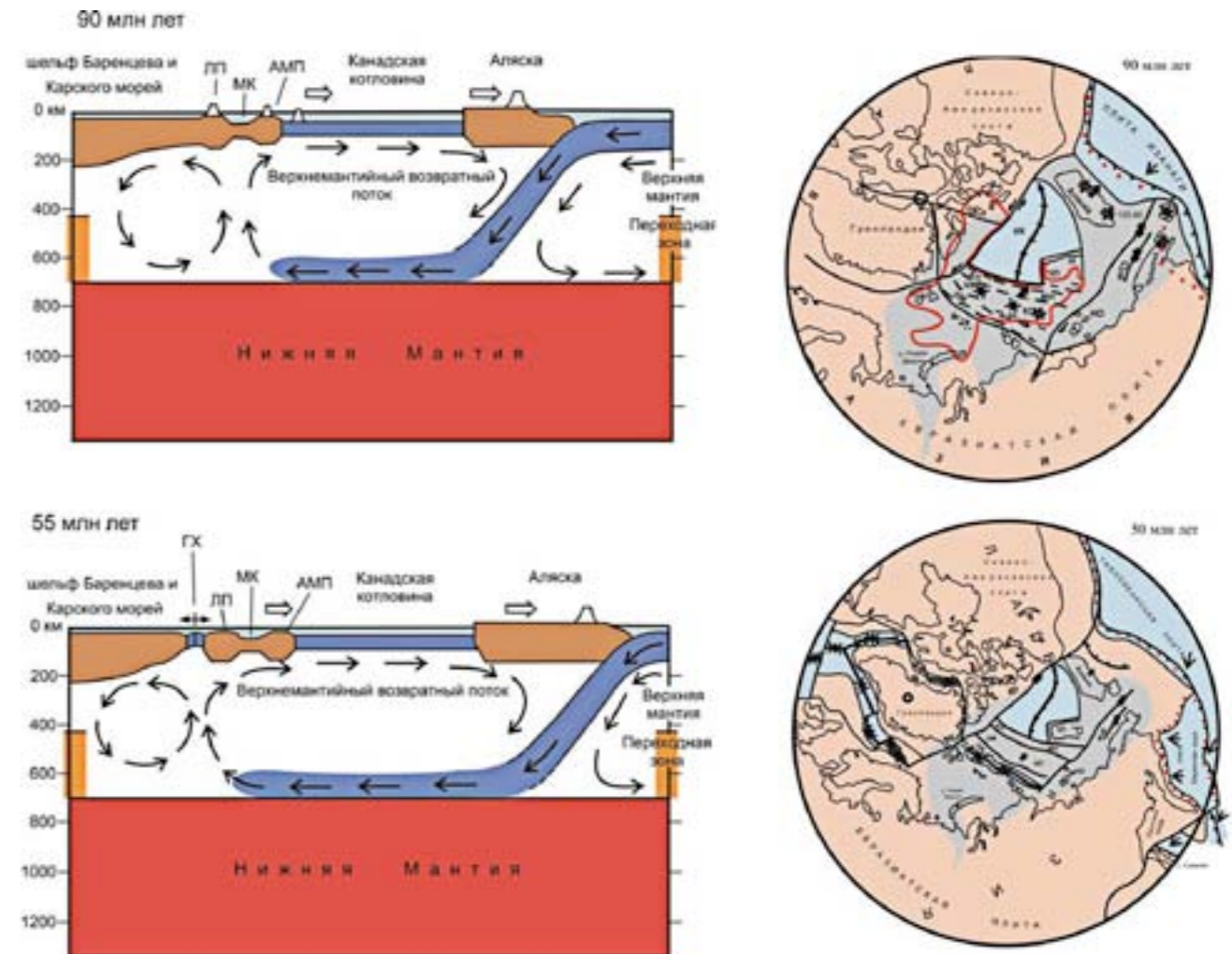
Наиболее сложный момент — объяснение природы Комплекса Центрально-Арктических поднятий. Если этот Комплекс является естественным и неразрывным продолжением Евразийской окраины с одной стороны и Канадской (включая Гренландию) — с другой, то тогда всю эту зону можно будет разделить между тремя странами — Россией, Канадой и Данией. С геологической точки зре-

ния данная модель очень качественная. В основе ее лежит утверждение о преобладании процессов растяжения. Однако возникает вопрос о причинах этих процессов. Именно здесь мы и говорим о нашем вкладе, вкладе академических ученых. Мы разработали модель конвективной ячейки, обозначили связь с субдукцией Тихоокеанской плиты. Эта модель, приложенная к материалам уточнения российской заявки в Комиссию ООН по границам континентального шельфа, сейчас будет предметом серьезной экспертизы. Уже назначена следующая сессия Комиссии, которая пройдет в августе 2016 года, где начнутся дискуссионные обсуждения. Будут, видимо, сформулированы рекомендации. Потом будет очередная сессия в ноябре. Понятно, что вопрос сложный, и «с ходу» решение никто не примет. Всё, скорее всего, перейдет в плоскость не юридической, а научной дискуссии. Это редкий случай, когда, казалось бы, чисто юридический вопрос о границах переходит в плоскость геологической науки.

А У ДРУГИХ СТРАН ЕСТЬ КАКИЕ-ТО АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ, НАСТОЛЬКО ЖЕ ХОРОШО ПРОРАБОТАННЫЕ МОДЕЛИ?

Нет, моделей у них нет. У них есть результаты очень хороших, качественных геофизических исследований, но моделей у них нет. К тому же у нас

ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РИФТОГЕНЕЗА ЛИТОСФЕРЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АРКТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ ЕВРАЗИЙСКОГО БАССЕЙНА



АМП — поднятия Альфа и Менделеева, ГК — хребет Гаккеля, ЛП — поднятие Ломоносова, МК — котловина Макарова

заявлен приоритет в виде публикаций в соответствующих научных журналах. И это еще один дополнительный аргумент в дискуссии по поводу расширения границ арктического шельфа. Наличие у нас такой модели — коренное отличие от ситуации 2001 года. Сейчас мы можем аргументированно предлагать научную концепцию. Я уверен, что эта концепция правильная. Но на то, чтобы концепцию поддержали другие ученые, в том числе западные, нужно время, нужны научные дискуссии. По мере этих дискуссий станет понятно, какие есть слабые места у нашей модели. Конечно, к дискуссии подключатся крупные западные эксперты, у которых другие модели, и такая дискуссия в любом случае будет полезна для науки.

ЧТО ЛИЧНО ДЛЯ ВАС БЫЛО САМЫМ ВАЖНЫМ, ЗНАЧИМЫМ В ЭТОЙ РАБОТЕ?

И до нас существовало много вариантов реконструкций, но не было ни одной действительно геодинамической модели, описывающей причины и механизмы движения плит в Арктическом регио-

не. Мы здесь стали первыми. Мы теперь понимаем, как возникла эта огромная зона растяжения, какие силы двигали блоками земной коры, почему там возникал магматизм. Для меня самое важное то, что решая государственную проблему при подготовке уточненной заявки, нам, академическим ученым, пришлось пересмотреть сами основы тектоники плит. Дело в том, что использование для объяснения процессов эволюции тектонических структур в регионе традиционной тектоники плит приводило к противоречиям. Последние пять лет мы, по сути, занимались разработкой новой геодинамической концепции, получившей название тектоники деформируемых литосферных плит. В рамках этой концепции уже совершенно по-новому рассматривается кинематика процессов. Всё это не имеет прямого отношения к заявке, но без разработки этой концепции мы вряд ли смогли бы построить модель, объясняющую эволюцию Арктики. При этом сама работа над обоснованием заявки послужила импульсом для развития большой науки. ●