

### **Представлены доклады:**

«Новая технология изучения дна Северного Ледовитого океана»  
«Риски и принципы освоения дна Берингова моря и Арктического океана»

**и статья:** «Тектоника и происхождение Арктического океана»

**В. М. Голубев**

### **Новая технология изучения дна Северного Ледовитого океана**

Технология изучения дна Арктического океана ввиду сурового климата, ледового покрова, полярной ночи и потребности в крупных судах ледового класса высокочрезвычайно и низкоэффективная. Создание региональных геолого-геофизических карт растягивается на десятилетия. Методы морских геолого-геофизических работ с использованием флота и авиации появились век назад и, даже став специализированными, остаются косвенными и неоднозначными. Подводные обитаемые аппараты, базирующиеся на кораблях, из-за их специфики и дороговизны подходят для точечных исследований, а не площадных съемок.

Гораздо перспективнее дистанционно-управляемые самоходные исследовательские аппараты, применяемые для изучения Луны и Марса. Они пригодны и для изучения дна океана, имеющего глубины до 3–4 км и более и не менее экстремальные условия. Но подводный характер работ, притом требующих минимального нарушения донных осадков и замутнения воды, диктует смену механики колесного перемещения аппарата механикой движения краба. Краб способен идти по вертикальным склонам, а также плыть. Энергетику автономного КРАБа обеспечит малая атомная силовая установка.

КРАБ (комплексный разведчик абиссали) проведет видеосъемку; геодезические и гидрологические наблюдения, магнитометрические, гравиметрические и сейсмические (НСП, МОВ ОГТ) работы; мелкое бурение с опробованием осадков и коренных пород и экспресс-анализом их состава; замер теплового потока и сейсмологический мониторинг; эколого-биологические исследования. Для оптимального сочетания методик и оборудования требуются геологическая и геофизическая разновидности КРАБов, следующие по сети геологической съемки в шахматном порядке. Получаемая информация транслируется с КРАБов в акустическом диапазоне частот на орбитальные геоэкологические станции и в геологические центры, откуда ведется управление КРАБаами. Спутниковая навигация гарантирует точность создаваемых карт.

КРАБы будут выходить в океан с побережья в летний сезон и работать непрерывно. Это позволит КРАБу при средней скорости 300 м/час за год пересечь океан от берега до берега, а именно прибрежное мелководье, шельф и континентальный склон, котловины и возвышенности. За год рекогносцировочных диагональных пересечений дна океана отработается технология и методика геологической съемки КРАБаами и определится генеральная картина рельефа. При одновременной работе с противоположных побережий 250 КРАБов за два года покроют всё дно океана (5000 × 3000 км) профилями с интервалом 20 км в первый год и 10 км во второй год. За три года будет выполнена съемка масштаба 1:1 000 000 с созданием комплекта качественно новых карт.

При наполнении геологическими пробами или возникшей неисправности КРАБ всплывает на небольшую глубину, где его подбирает подводная лодка-носитель. Регламентное техническое обслуживание выполняется при выходе КРАБов на сушу. Благодаря крупносерийному производству цена КРАБов должна быть относительно невелика, особенно при кооперации арктических государств. Без кооперации также не обойтись при создании и обслуживании орбитальных станций и геологических центров с едиными методиками обработки и представления геолого-геофизической информации.

Получение полноценного и радикально нового комплекта геолого-геофизических карт с обоснованным выбором полигонов глубоководного бурения на знаковых структурах рельефа дна сделает реальным прояснение истории формирования океана. То же самое

относится к проблеме глобальных изменений климата. Распространение новой технологии морской геологии и международной кооперации по Мировому океану откроет новую эпоху в его познании и практически поспособствует единению мира.

*Санкт-Петербург, 2000*

**Голубев В. М.**

### **Риски и принципы освоения дна Берингова моря и Арктического океана**

Берингово море представляет собой нефтегазоносную провинцию, охватывающую дно и прибрежные районы России и США. Прогнозные ресурсы провинции составляют в нефтяном эквиваленте не менее 16 млрд. т., — из них треть относится к шельфу, а две трети к Алеутской глубоководной котловине. Основные ресурсы содержатся в окраинно-шельфовых и подсклоновых впадинах и прогибах, которые заполнены палеогеновыми и неогеновыми терригенными отложениями мощностью от 3 до 5–7 км и более.

Освоение нефтегазового потенциала Берингова моря является не только геолого-технической, но и эколого-социальной проблемой, происходящей в первую очередь из неопределенности международного статуса значительной части его дна. Спорная срединная линия моря между Россией и США пересекает наиболее перспективные на нефть Наваринскую шельфовую впадину и Алеутскую глубоководную котловину. В условиях наступающего мирового системного, в том числе топливно-энергетического кризиса и в связи с узловым геополитическим и военно-стратегическим положением Берингово море рискует стать горячей точкой планеты, наподобие Персидского залива.

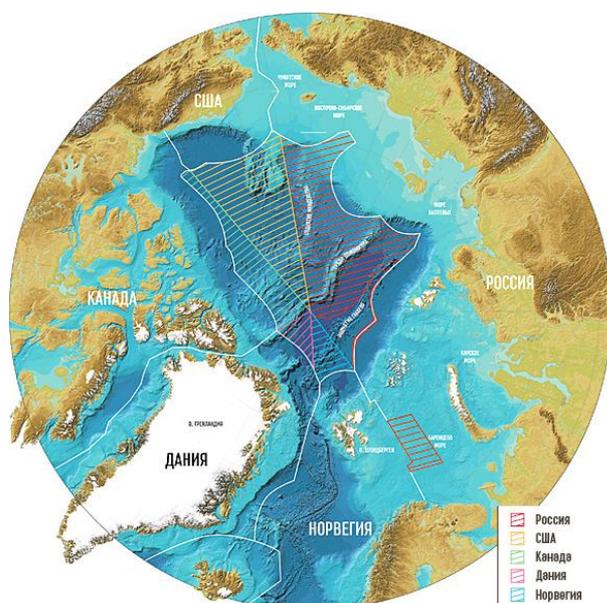
Не только Берингово море, но и Арктический океан застыл в проблеме определения границы континентального шельфа, считающейся критерием разграничения дна между государствами. Но, скорее, требуется новый подход к изучению и освоению дна океана Северной полярной области Земли в виде свода международных принципов. Арктический кодекс подтолкнет арктические государства к сотрудничеству, а мир — к миру.

#### **МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОДЕКС АРКТИКИ**

1. Арктический / Северный Ледовитый океан является геозкологическим заказником и мировым резервом минеральных ресурсов. Океан объявляется демилитаризованным и его международные воды закрываются для военных судов первого и второго ранга. Международно-правовой статус океана в принципе сходен с Антарктидой по Договору 1959 года. Статус основывается на Декларации 1996 года об Арктическом Совете из 8 государств: Канады, Дании, Финляндии, Исландии, Норвегии, РФ, Швеции и США. При Совете в статусе наблюдателей находятся 12 стран и 7 международных организаций.

2. Ответственное поместное управление заказником возлагается на арктические страны (группы стран) в рамках их меридиональных секторов океана до Северного полюса (рис.). В сферу освоения стран отходят 200-мильные исключительные экономические зоны шельфа, вмещающие региональные геоструктуры величиной до 250 км и выступающие полигонами экологичного и комплексного природопользования.

3. Геолого-геофизическое изучение дна Арктического океана осуществляется на принципах международного сотрудничества. С обязательным внесением результатов в Международный банк данных по геологии и минеральным ресурсам Арктики, открытый для всех стран. Значительно больший вклад развитых стран в исследование океана не дает им особых преимуществ, поскольку даже не возмещает их непропорциональное потребление минеральных ресурсов, изначально общечеловеческих.



**Рис. План геоэкологического заказника Северной полярной области Земли**  
*белые линии* — границы 200-мильных экономических зон арктических государств,  
*цветная штриховка* — зоны управления арктических государств.

Принципы Конвенции ООН по морскому праву 1982 года, исходящие из геологических критериев внешней границы континентального шельфа, не снимают проблему права на дно приграничного океана. В Арктическом океане неразрывно сходятся тектонические структуры Евразии и Северной Америки, притом не в современном понимании континентальной коры. Понятие типа земной коры эволюционно изменчиво и в качестве критерия границы шельфа неприемлемо. Критерий мощности осадочного чехла тоже неприемлем, так как к нему относится метаморфизованный (промежуточный) чехол, к тому же перспективный на нефть, а он геофизически сложно отличим от фундамента.

Однозначная граница национального шельфа может быть только географической, а ее местоположение является сугубо политической задачей. Смешивать геологические и геополитические проблемы несерьезно и как минимум неконструктивно. Международное распределение минеральных ресурсов Арктического океана, как и всего Мирового океана, — дело будущего, а оно отойдет от колониального принципа огосударствления океана.

Справедливым и политически оптимальным будет отнесение минерально-сырьевых ресурсов дна Мирового океана за пределами 200-мильной, а лучше 150-мильной зоны, к достоянию всего человечества. Отнесение в генеральное правовое ведение ООН (или ее эволюционно нового преемника) и пропорционально численности населения каждой из стран. За исключением дна внутренних морей, относящегося к экономическим зонам прибрежных государств и разделяемого между ними по срединным линиям.

Концессии на участки океанского дна для геологической разведки и разработки месторождений будут выдаваться на конкурсной основе с преимуществом для компаний, практически изучающих Мировой океан, и с уплатой мирового налога на продукцию. Новый подход к изучению и освоению Северной полярной области Земли, закрепленный в Арктическом кодексе, обеспечит сотрудничество арктических государств и выработку мировых правил справедливого распределения истощающихся минеральных ресурсов.

*Санкт-Петербург, 2000*

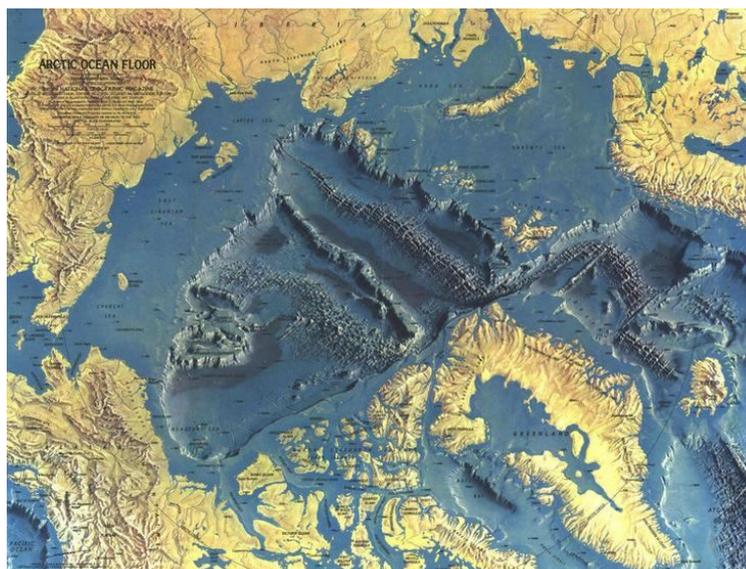
## **Тектоника и происхождение Арктического океана**

Решение геополитической задачи обоснования внешней границы континентального шельфа России в Северном Ледовитом океане затрудняет антагонистичность взглядов на его происхождение, порождающая множественность моделей его развития [см. Геолого-геофизические..., 2006]. Дискуссия о природе океанической коры, разгоревшаяся еще при первоначальной обрисовке рельефа океанского дна и спрединговых аномалий, выказала многоукладность тектоники Арктики, содержащей элементы и фиксизма, и неомобилизма. Но эти непримиримые позиции органично сочетаются в новом качестве, если посмотреть с Тихого океана в свете космогенно-эндогенной геодинамики и системной геотектоники, а именно: поворотов литосферных плит на месте (мобильного фиксизма), астеносферной субдукции и океанизации литосферы [Голубев, 1992, 1994б, 1999, 2000а,б, 2005].

### **Миниокеан и Берингово море**

Арктический океан показателен в плане океанизации не менее чем Тихий океан, он тоже уникальный, но только как моложавый и неполноценный. Его геодинамическая предыстория тоже восходит к эпохе образования Земли и Луны, когда первые солнечные затмения в перигелии и перигее подвинули земное ядро и в «Восточное», и в Южное полушарие. Так наметились география мантийной конвекции и две пары антиподальных неоднородностей литосферы: тихоокеанская и африканская, антарктическая и арктическая. Антиподальность сказалась в направленности эволюции полушарий — в океаничности «Восточного» и Южного и континентальности Северного и «Западного».

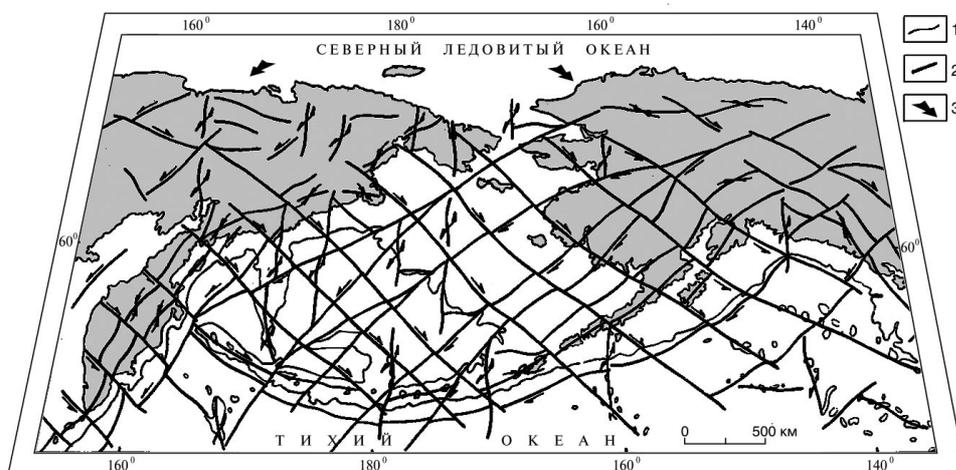
Тихий океан лучше раскрывает смысл океанизации, а Арктический океан лучше обнажает подоплеку океанической коры. Северный Ледовитый океан занимает лишь 1/25 площади Мирового океана, причем в 12 раз меньше Тихого океана и только в 6–7 раз больше Берингова моря (14,8, 178,7 и 2,3 млн км<sup>2</sup> соответственно), а в среднем мельче и того и другого (1225, 4028 и 1600 м). Вклиненный между континентами миниокеан по субконтинентальной коре на половине площади и мощному осадочному слою больше похож на средиземный залив Атлантического океана (рис. 1). В этом и коренится дискуссионность тектоники Арктики, где тектонике мобильных плит не сдвинуть укоренившуюся у полюса геодепрессию Ю. Е. Погребницкого [Геология..., 2004].



**Рис. 1. Рельеф дна Арктического океана и окружающих континентов**  
Сверху Евразия, снизу Северная Америка

Сопоставление структуры и истории геологического развития Арктического океана со смежным Беринговым морем не случайно, поскольку более близкого аналога в Мировом

океане не найти. Море позволяет увязать возникновение у Евразии активной и пассивной окраин и раскрыть причины их различий, как и различий смежных с ними океанов. Поясняющими выступают поступательно-возвратные повороты литосферных плит (рис. 2), вместе с астеносферной тектоникой создавшие океаны и континенты. Образование переходных зон между ними естественно, но требует конкретизации.



**Рис. 2. Основные разломы Берингоморского и смежных регионов**

1 — изобата 3000 м; 2 — разломные зоны (стрелками показаны сдвиги, сдвиго-раздвиги, сдвиго-сдвиги); 3 — последнее направление поворотов Евразийской и Северо-Американской плит

На структурное единство Тихого и Арктического океанов и наряду с Евразией указывает тихоокеанский геораздел. Его северный сегмент в виде Северо-Западного океанского хребта примыкает через возвышенность Обручева к Алеутской островной дуге и трассируется по линии ее простирания поперечными разломами Камчатки. Далее геораздел трассируется эпицентрами сейсмического пояса Черского (окружающего с юга и запада Колымский массив, омоложенный в мезозое) и выходит к морю Лаптевых. Там геораздел расходится линеаментами рельефа к срединно-океанскому хребту Гаккеля и хребту Ломоносова, который действительно срединный для Арктического океана, а означает полярное звено геораздела Атлантического и Тихоокеанского полушарий.

Азиатская трасса тихоокеанского геораздела подчеркивает одну из версий границы Евразийской и Северо-Американской плит, в природе неопределившейся. Вместо однозначной трансрегиональной тектонической зоны отыскивается несколько разломных зон, очерчивающих смежные глыбы и блоки литосферы. Они совместно размежевывают плиты и тектонически разгружают своими поворотами их попеременные повороты.

Ответвление геораздела проходит через океанскую возвышенность Обручева в Берингово море в виде подводного хребта Ширшова и далее прослеживается на материке субмеридиональной зоной линеаментов рельефа и эпицентров землетрясений. Эта разломная зона ограняет с востока Колымский массив и уходит к острову Врангеля, где расходится к океанским хребтам Гаккеля и Альфа–Менделеева. Геораздел явно выходит за границы Тихоокеанской плиты, где делит его северный кратон на Западную и Восточную мегаплатформы. Они различны по рельефу, мощности и возрасту осадочного и платобазальтового слоев, толщине литосферы, то есть по времени океанизации.

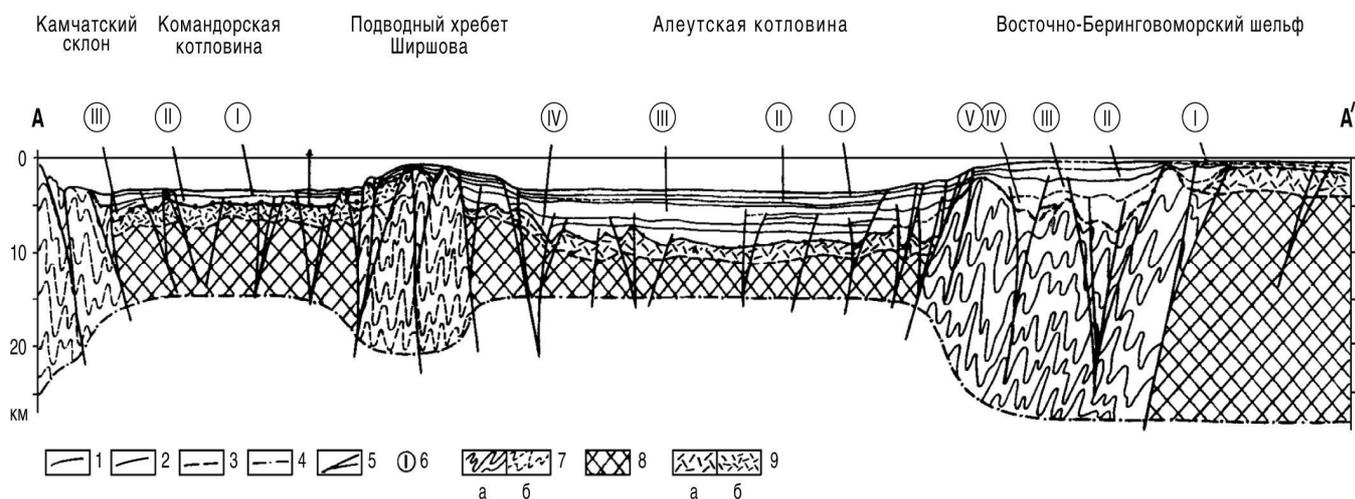
Осевая асимметрия дна присуща и Арктическому океану, разделенному хребтом Ломоносова на Евразийский и Амеразийский бассейны. Они разительно отличаются по мощности осадочного слоя и типу земной коры, характеру магнитного поля и возрасту спрединговых аномалий. Четко выраженный хребет с корой толщиной до 25–30 км проходит через Северный полюс в значении арктического геораздела, притом срединного для хребтов Гаккеля и Альфа–Менделеева. Хребет делит пополам впадину в общем овального океана, а она, судя по амфитеатру склонов и шельфов и окаймлению осадочным прогибами и горно-складчатыми системами, сложилась на жестком кратоне.

Океанизированный кратон обретает значение Арктической мегаплатформы, которая ограничивается континентальными склонами Евразии и Северной Америки и Шпицбергенским порогом и делится арктическим георазделом на Евразийскую и Амеразийскую платформы. Океаническое темя Земли обозначает древнюю полярную неоднородность литосферы, занимающую центр континентального Северного полушария. Она изначально отличалась от мегаплатформ океанического «Восточного» полушария гораздо более толстой и «гранитной» корой субконтинентального типа.

Асимметрия дна Тихого океана обусловлена вращением Земли и более активной астеносферной тектоникой на западе океана, а непосредственно образована в результате циклических поворотов Евразийской и Северо-Американской плит относительно Тихоокеанской плиты. Взаимобратные повороты этих же континентальных плит, становящихся в Арктике смежными, обусловили асимметрию дна Арктического океана.

Срединная линия межплитной сдвиговой зоны представлена хребтом Ломоносова, а хребты Гаккеля и Альфа–Менделеева маркируют границы зоны. Сдвиговая зона оформилась перед фанерозоем при начальной разметке субконтинентальной литосферы на плиты и отхождении платформ Арктической мегаплатформы к разным плитам. В ходе поворотов плит и астеносферной тектоники, диффузно-полосового спрединга и десерпентинизации мегаплатформа испытала океанизацию, еще неполную.

В истории образования Берингова моря на литосферной глыбе, межплитной для трех плит, отражено оформление не только Тихого, но и Арктического океана. Разновозрастные Алеутская и Командорская котловины моря (рис. 3) с субокеанической корой толщиной 8–15 км по строению осадочного слоя (числу, характеру и мощности сейсмокомплексов) и фундамента (рельефу, толщине коры, аномальным геофизическим полям и возрасту спрединговых аномалий) сходны с Амеразийским и Евразийским бассейнами. Подводные хребты и островная дуга моря с субконтинентальной корой толщиной 15–27 км сходны с хребтами Ломоносова, Альфа–Менделеева и Гаккеля. Из-за специфики активной и пассивной окраин континентов структурное сходство весьма общее, но характеризует хребты и моря, и океана как шовные зоны между древними массивами разной величины.

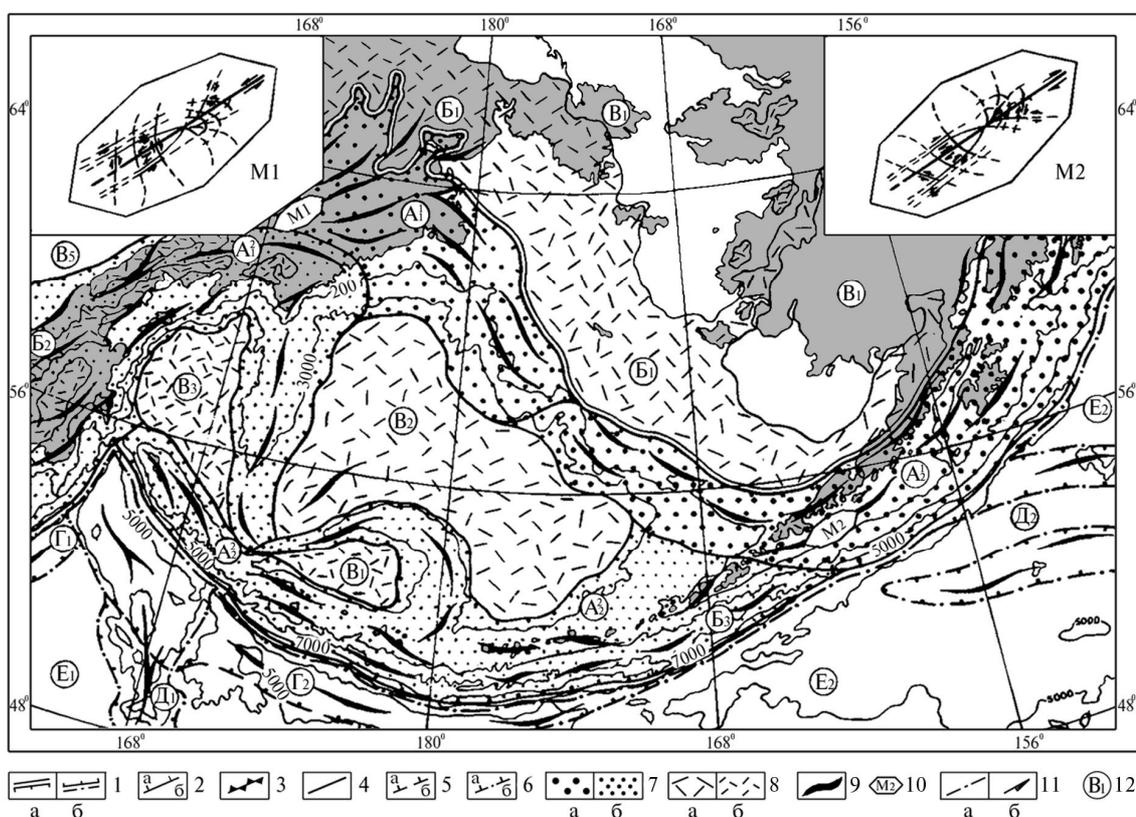


**Рис. 3. Сейсмогеологический разрез Берингоморского региона**

- 1 — отражающие горизонты в осадочном чехле; 2 — поверхность фундамента;  
 3 — основание вулканогенных комплексов; 4 — основание земной коры; 5 — разломы;  
 6 — индексы комплексов чехла: I — плиоцен-четвертичный, II — верхнемиоценовый,  
 III — нижнемиоценовый, IV — эоцен-олигоценый, V — верхнемеловой-эоценовый;  
 7–9 — комплексы фундамента: 7 — складчатые системы: а — позднемезозойские-кайнозойские,  
 б — кайнозойские; 8 — докембрийские массивы с палеозойско-мезозойским метаосадочным чехлом (в котловинах океанизированные); 9 — вулканические пояса и второй океанический слой:  
 а — позднемезозойские, б — кайнозойские

Канадская котловина Американо-Азиатского бассейна соотносится с Алеутской котловиной Берингова моря, расположенной по другую сторону Чукотско-Центральноаляскинского массива (рис. 4 и 5). Этот крупный докембрийский массив на перешейке Евразии и Северной Америки обрамляется с севера каледонско-герцинской Северо-Аляскинской складчатой системой Периарктического подвижного пояса. Кристаллическое основание массива прикрыто метаморфизованным осадочным чехлом, который делится на два крупных структурно-вещественных комплекса суммарной мощностью 3–9 км: карбонатный раннепалеозойский и вулканогенно-терригенный позднепалеозойский-мезозойский.

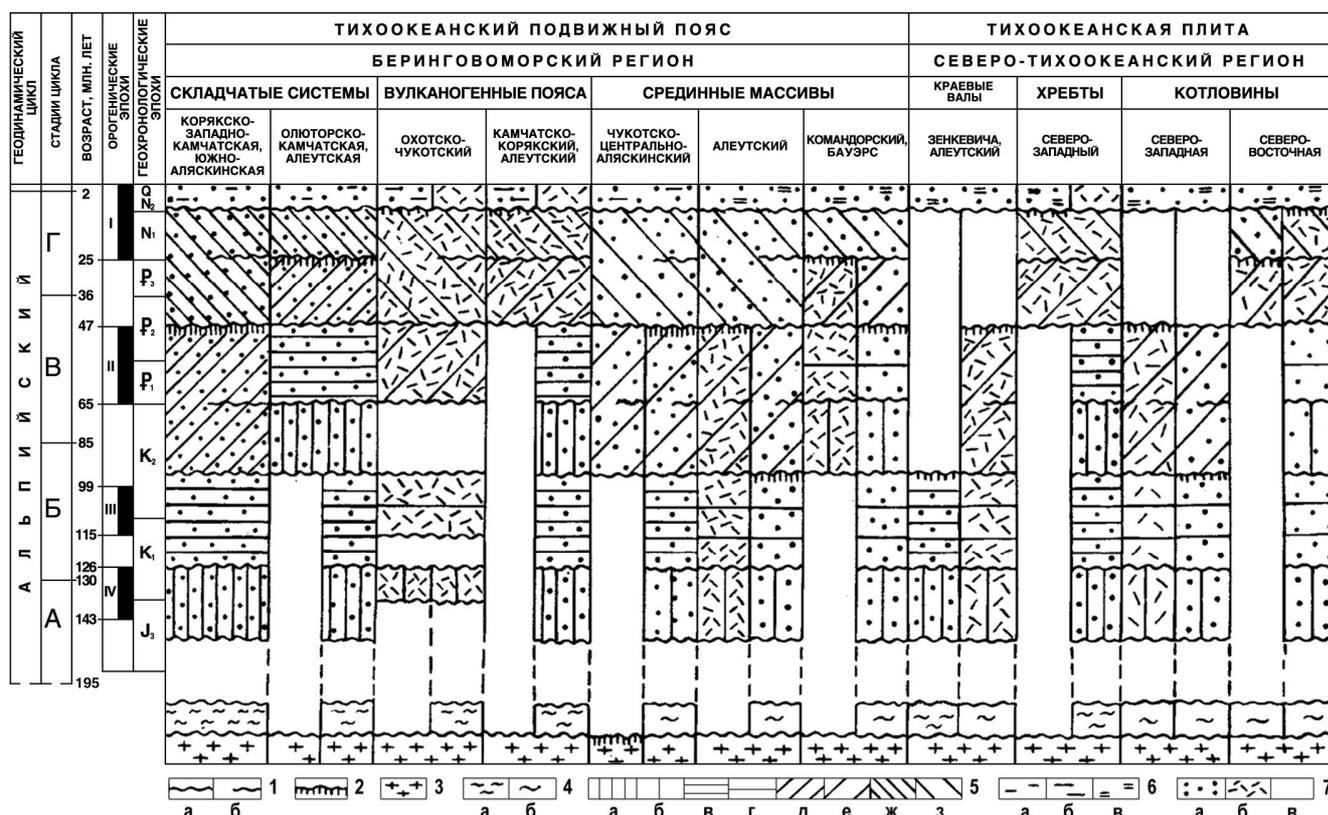
Осадочный чехол массива представлен на шельфе тонким слоем (0,5 км) позднемиоценовых-четвертичных (неотектонических) осадков, которые в окраинно-шельфовых впадинах лежат на кайнозойских отложениях мощностью до 5–7 км. Позднеорогенные осадочные впадины проявляют оконечности смыкающихся альпийских Корякско-Западнокамчатской и Южно-Аляскинской складчатых систем Тихоокеанского подвижного пояса и отчасти покрывают ответвление Охотско-Чукотского вулканического пояса. Комплексы чехла отражают повороты массива при развитии складчатых систем.



**Рис. 4. Схема тектоники Берингоморской зоны перехода от континента к океану**  
**Границы.** 1 — зоны со стороны континента (а) и океана (б); 2 — складчатых областей и массивов (а/б); 3 — складчатых систем; 4 — вулканических поясов; 5 — краевых валов и платформ океана (а/б); 6 — хребтов и платформ океана (а/б). **Возраст.** 7 — складчатых систем; 8 — вулканических поясов и второго океанического слоя: позднемезозойский (а) и кайнозойский (б). **Динамика.** 9 — антиклинории; 10 — ориентированные модели сдвига: **M1** — левого, **M2** — правого; 11 — разломы (а) и смещения (б); 12 — индексы структур.  
**Структуры континентов.** *Складчатые системы* Корякско-Камчатской области: **A<sup>1</sup><sub>1</sub>** — Корякско-Западнокамчатская, **A<sup>1</sup><sub>2</sub>** — Олюторско-Камчатская. *Складчатые системы* Аляскинско-Алеутской области: **A<sup>2</sup><sub>1</sub>** — Южно-Аляскинская, **A<sup>2</sup><sub>2</sub>** — Алеутская. *Вулканические пояса:* **B<sub>1</sub>** — Охотско-Чукотский, **B<sub>2</sub>** — Камчатско-Корякский, **B<sub>3</sub>** — Алеутский. *Массивы* (**B<sub>2</sub> – B<sub>4</sub>** — океанизированные): **B<sub>1</sub>** — Чукотско-Центральноаляскинский, **B<sub>2</sub>** — Алеутский, **B<sub>3</sub>** — Командорский, **B<sub>4</sub>** — Бауэрс, **B<sub>5</sub>** — Охотоморский. *Структуры Тихого океана.* *Краевые валы:* **Г<sub>1</sub>** — Зенкевича, **Г<sub>2</sub>** — Алеутский. *Хребты:* **Д<sub>1</sub>** — Северо-Западный, **Д<sub>2</sub>** — Паттон и Паркер. *Платформы:* **E<sub>1</sub>** — Северо-Западная, **E<sub>2</sub>** — Северо-Восточная

Под Алеутской котловиной находится океанизированный массив, бывший в палеозое частью Чукотско-Центральноаляскинского массива. Осадочный чехол Алеутского массива мощностью 3–4 км, а в подсклоновых прогибах 5–7 км и более запечатлел стадии развития окружающих альпийских складчатых систем. Миоценовый, эоцен-олигоценый, а в прогибах и позднемиоценовый-эоценовый комплексы в основном терригенные и характеризуют синпозднеорогенное осадконакопление в мелком море.

Позднемиоценовый-четвертичный посторогенный комплекс в значительной части диатомовый и запечатлел оформление глубоководной котловины при оседании базифицированного массива в астеносферу. Его преобразования контролировались развитием складчатых систем в ходе рифтогенных сдвиго-раздвигов и орогенных сдвиго-сдвигов при поступательно-возвратных поворотах Евразийской и Северо-Американской плит, а воплотили активную астеносферную субдукцию и астеносферный диапиризм. Котловина предстает образчиком становления смежного Американо-Аляскинского бассейна.



**Рис. 5. Формационная схема Берингоморского региона и Тихого океана**

- 1 — несогласия: а — комплексов, б — подкомплексов; 2 — фундамент осадочного чехла; 3 — докембрийский кристаллический мегакомплекс; 4 — палеозойский-раннемезозойский (каледонско-герцинский) метаосадочный мезокомплекс: а и б — складчатый и синскладчатый; 5 — позднемезозойские-кайнозойские (альпийские) комплексы: а и б — раннерифтогенный и синраннерифтогенный, в и г — позднерифтогенный и синпозднерифтогенный, д и е — раннеорогенный и синраннеорогенный, ж и з — позднеорогенный и синпозднеорогенный; 6 — позднекайнозойские (неотектонические) комплексы: а и б — посторогенный и синпосторогенный, в — океанический; 7 — состав: а — терригенный, б — вулканогенный, в — отсутствие отложений.
- Стадии альпийского геодинамического цикла: А и Б — рифтогенные: ранняя и поздняя, В и Г — орогенные: ранняя и поздняя. Орогенические эпохи цикла: I — позднеальпийская, II — ларамийская, III — австрийская, IV — позднекимммерийская

Третий океанический слой Алеутского массива мощностью 3–5 км и граничной скоростью 6,1–7,4 км/с проявлен мозаичным магнитным полем, на которое наложены длинноволновые магнитные аномалии северо-восточного простирания, проходящие на Центральную Аляску. В поле опознается теневая структура докембрийского массива, проработанного астеносферными диапирами. Второй слой мощностью 1,5–2,5 км и

скоростью 5,0–5,9 км/с выражен субмеридиональными спрединговыми аномалиями М1–13 (121–136 млн лет), веером расходящимися от подводного хребта Ширшова к Аляске. Субпараллельно Восточно-Берингоморскому склону выделены нечеткие аномалии А6–29 (21–64 млн лет), а на склоне драгированы эоценовые толеитовые базальты. Так что второй слой сходен с мел-палеогеновым Охотско-Чукотским вулканическим поясом.

Дугообразная оконечность Охотско-Чукотского пояса прослеживается вдоль края Восточно-Берингоморского шельфа к Аляске, но магистральное северо-восточное направление пояса отмечено локальными покровами базальтов на побережье Чукотского моря. Эти базальты также находятся на простирации океанского хребта Менделеева, который переходит через седловину в хребет Альфа, а он примыкает к Северной Америке и проходит в ее докембрийские и палеозойские структуры (рис. 1).

Толстая (23–35 км) кора обоих сегментов подводного хребта Альфа–Менделеева, весьма бесформенного и широкого (200–400 км по изобате 2500 м), похожа на континентальную кору. Однако утончение «гранитного» слоя до 10 км и утолщение «базальтового» придают хребту значение останца древней субконтинентальной коры, выделявшегося повышенной тектоновулканической активностью и толщиной. С этим увязывается интенсивное мозаичное магнитное поле хребта (сходное с полем траппов Сибирской платформы) и драгирование на хребте докембрийских кварцитопесчаников, палеозойских осадочных пород, меловых кремнистых пород и щелочных базальтов.

Маломощный осадочный покров подводного хребта Альфа–Менделеева в основном позднекайнозойский и утолщается в смежных котловинах. Сейсмокомплекс с граничной скоростью 5,2–5,7 км/с, мощностью около 2 км и пронизанный магнитоактивными телами представляет щелочные базальты вкуче с мел-эоценовыми кремнистыми породами. Вулканогенная толща хребта сменяется в подсклоновых прогибах туфогенно-осадочной толщей, а она переходит в котловинах в платобазальты второго океанического слоя.

Нижний сейсмокомплекс хребта с граничной скоростью 5,9–6,5 км/с и мощностью 4–8 км представляет толщу палеозойских метаморфизованных пород и дегранитизированных гранитогнейсов с телами долеритов и габброидов. Хребет Альфа–Менделеева обретает статус Трансарктического вулканического пояса мел-палеогенового и более древнего возраста. Возвышенности Менделеева и Альфа предстают глыбовыми сегментами замершей вулканической шовной зоны, которая окаймляется океанскими котловинами Макарова и Подводников с одной стороны и Канадской котловиной — с другой. Котловины обозначают океанизированные массивы Американо-Евразийской платформы.

Сходство этих котловин между собой и с Алеутской котловиной подчеркивается аномально мощным осадочным слоем. В Канадской котловине слой составляет от 2–3 км в центральной части и до 10 км в южной, а в котловинах Макарова и Подводников — 1–3 и 3–5 км. Канадской и Алеутской котловинам также равно присуща субокеаническая кора толщиной до 15–20 км со спрединговыми аномалиями сходного возраста. На фоне мозаичного магнитного поля Канадской котловины имеются аномалии М12–24 (135–153 млн лет), характеризующие второй океанический слой мощностью до 2 км. В южной части котловины аномалии моложе — М0–12 (120–135 млн лет). В осевой зоне хребта Альфа (85° с. ш.) известен центр тройного сочленения осей спрединга, причем аномалии «оперяют» Трансарктический вулканический пояс, проявляя сопутствующие раздвиги.

Спрединговые аномалии Алеутской котловины с осевой зоной на хребте Ширшова тоже означают раздвиги, но образующие «оперение» Охотско-Чукотского вулканического пояса. Он вместе с Трансарктическим вулканическим поясом составляет единую зону, связанную с астеносферным диапиризмом, хотя и разномасштабным. Охотско-Чукотский пояс отметил тылы активной окраины Евразийской плиты на границе с Тихоокеанской плитой, а гораздо менее выразительный Трансарктический пояс отметил окраину Северо-Американской плиты на нечетко определившейся границе с Евразийской плитой.

Магнитные аномалии зафиксировали импульсы платобазальтового вулканизма в раздвигих, которые «оперяют» осевые зоны вулканических поясов и разгружают

напряжения от поворотов литосферных плит и подпора астеносферных диапиров. Тройной узел осей спрединга в Канадской котловине обрисовал вершину приполюсного диапира, выдавливающегося вверх главным образом посредством поворотов плит.

Спрединговые аномалии Амеразийского бассейна характеризуют механику и время океанизации этой платформы, а ее исходный состав представлен в Восточно-Сибирском море на окраинно-шельфовом поднятии островов Де-Лонга. Оно, как все острова мира, является знаковой тектонической структурой. Узловое утолщение земной коры до 42 км обозначило пересечение сбросового уступа континента и сдвиговой зоны хребта Ломоносова, обрамляющих Амеразийскую платформу. Покрытие гранитогнейсового цоколя поднятия палеозойско-раннемезозойским метасадочным чехлом и поздне меловыми-палеогеновыми базальтами свидетельствует о каледонско-герцинской и альпийской тектонической активности и выказывает развитие Амеразийской платформы.

Под склоном поднятия Де-Лонга и начинается зона перехода к океану, выраженная широкими ступенями дна и утончением земной коры. В котловине Подводников глубиной до 3 км кора утончена до 20–25 км, а за поперечным уступом в котловине Макарова глубиной до 4 км кора утончена уже до 12–16 км. В котловинах выделены нечеткие субмеридиональные аномалии А23–33 (52–80 млн лет), позже поправленные на субширотные аномалии М7–15 (128–137 млн лет). Должно быть, имеются те и другие.

Нечеткость магнитных аномалий в Амеразийском бассейне (и в Алеутской котловине) связана с затрудненностью регулярного спрединга в сравнительно толстой литосфере и экранирующим эффектом мощных терригенных отложений, по-разному намагниченных. При всём том оба диапазона аномалий соответствуют позднерифтогенной и раннеорогенной стадиям развития берингоморских альпид Тихоокеанского пояса.

Спрединговые аномалии более четкие в Евразийском бассейне, сходном по возрасту аномалий и осадочного чехла с берингоморской Командорской котловиной. Она обрамляется позднеальпийскими Алеутской и Олюторско-Камчатской складчатыми системами, которые вместе с Алеутским и Корьякско-Камчатским вулканическими поясами проходят на Алеутскую островную дугу и подводный хребет Ширшова.

Плиоцен-четвертичный посторогенный комплекс осадочного чехла Командорской котловины мощностью 0,5–1 км запечатлел ее глубоководное оформление при оседании в астеносферу уплотненного Командорского массива. Массив в раннеальпийское время входил в Алеутский массив, но отделился хребтом Ширшова. Отложения в шельфовых и подсклоновых прогибах достигают по мощности до 3–4 км, а по возрасту — до эоцена и относятся к орогенной стадии поздних альпид Тихоокеанского пояса. Преобразования Командорского массива и Евразийской платформы синхронны и однотипны.

Третий океанический слой Командорской котловины мощностью 7–8 км и граничной скоростью порядка 7,5 км/с выражен мозаичным магнитным полем, в котором опознается теневая структура докембрийского массива, проработанного астеносферным диапиром. Во втором океаническом слое мощностью 2,5–3 км и скоростью 5,7–6,3 км/с опознаются субмеридиональные спрединговые аномалии А5–13 (9–37 млн лет), расходящиеся веером от хребта Ширшова к Алеутской островной дуге. Второй слой соотносится с эоцен-миоценовыми Корьякско-Камчатским и Алеутским вулканическими поясами, но слой аномально утолщен и, должно быть, местами начинается с меловых базальтов.

Второй океанический слой Евразийского бассейна тоже нестандартно утолщен и тоже кайнозойский, а толщина земной коры субокеанического типа составляет 5–15 км. По обеим сторонам срединного хребта Гаккеля в котловинах Нансена и Амундсена находятся магнитные аномалии: четкие А1–20, нечеткие А21–24 и фрагменты А25–28 (0–45, 48–53 и 57–63 млн лет). Симметричные спрединговые аномалии зафиксировали активизацию сдвига-раздвиговой зоны, делящую пополам Евразийскую платформу на массивы и обеспечившую их астеносферную проработку и океанизацию.

Хребет Гаккеля по вулканическому облику и возрасту окружающих спрединговых аномалий обнаруживает сходство с неоген-четвертичными зонами вулканических поясов

Восточной Евразии, а именно Камчатки. Хребет Гаккеля и Евразийский бассейн оформились тоже при неотектонической активизации, а стадийность их становления соотносится со стадиями развития поздних альпид Тихоокеанского пояса.

### **Море Лаптевых и океанизация**

Становление Тихого и Арктического океанов вместе с зонами перехода от Евразии к океанам подчеркивается единством их разломной сети. На простирании спрединговых аномалий Берингова моря расположены каньоны континентального склона и линейные вулканические зоны Корякского нагорья. Спрединговые аномалии Евразийского бассейна тоже опознаются в шаге между каньонами Лаптевоморской континентальной окраины. Во всем мире каньоны отмечают узлы не менее двух направлений сети планетарной трещиноватости, но спрединговые сдвиго-раздвиги косо подходят к склону и в этом качестве вырождаются. Значение магистрального приобретает разлом сети, поперечный к континентальному склону и пригодный для выработки каньона мутьевыми потоками.

Гораздо выразительнее проходят на континент трансформные разломы, секущие хребет Гаккеля на пять сегментов. Они повторяются блоками архипелагов Шпицбергена, Земли Франца-Иосифа и Северной Земли, в общем разграниченными подводным хребтом Книповича и желобами (каньонами) Франц-Виктория и Св. Анны. Сегменты хребта Гаккеля опознаются и в изгибах хребта Ломоносова. Все эти разделы хребтов относятся к субмеридиональным разломным зонам, прослеживаемым между полюсами.

Хребет Книповича относится к разломной зоне в виде западного склона Африки и раздела Южно-Атлантического и Африкано-Антарктического океанских хребтов. Желоб Франц-Виктория относится к зоне в виде Восточно-Африканского рифта, Мозамбикского океанского хребта и раздела Африкано-Антарктического и Западно-Индийского океанских хребтов. Желоб Св. Анны относится к зоне в виде Мальдивского океанского хребта и раздела Западно-Индийского и Центрально-Индийского океанских хребтов.

Хребет Ломоносова относится к разломной зоне в виде Сахалин–Нампо–Марианской цепи островных возвышенностей и трансформного разлома Австрало-Антарктического океанского поднятия. Хребет Гаккеля относится к зоне в виде Тайвань–Филиппинской цепи островных возвышенностей и другого трансформна Австрало-Антарктического поднятия. Все субмеридиональные разломные зоны отмечены в рельефе Антарктиды.

Всё это говорит о глобальности неотектонического обновления рельефа и древности сети планетарной трещиноватости, выказывающей матрицу геодинамического поля. Ее регулярность проступает в шаге спрединговых аномалий и трансформных разломов Арктического океана и в ячеистой компоновке геофизических аномалий шельфа.

Многоплановое значение геоматрицы подчеркивается трещинными зонами ледового покрова океана, которые хотя изменчивы, но в общих чертах продолжают разломную сеть материков, проявляя крупноблоковую структуру дна. Показательны широкие полосы битого льда и разводий Северо-Западного прохода на окраине Северной Америки и Северо-Восточного прохода / Северного морского пути на окраине Евразии, — ими отмечается внутренняя граница зоны перехода от континента к океану. Также примечательны шельфовые месторождения нефти и газа, — они приурочены к зонам и узлам геоматрицы, контролирующей размещение структур осадочного чехла и рифов.

Динамику планетарной трещиноватости демонстрирует Ломоносовско-Хатангский разлом (Северный трансформ), прослеживающийся из котловины Подводников Американо-Евразийского бассейна через подводный хребет Ломоносова на Лаптевоморский шельф. Эта разломная зона далее прослеживается под Енисей-Хатангским осадочным прогибом, разделяя Таймырскую складчатую систему и Транссибирскую мегаплатформу.

По простиранию разломная зона обнаруживает изменение кинематики. Ее сдвиговая составляющая проявлена смещением хребта Ломоносова вдоль континентального склона и осадочными прогибами Лаптевоморского шельфа, «опережающими» сдвиг. Правосторонний в кайнозой сдвиг вырождается по простиранию в обе стороны, сопровождаясь

(разгружаясь) раздвигами и сбросами. Сдвиго-раздвиг проявлен клиновидностью Хатангского залива, тогда как ветвящаяся вверх по склону система сбросов проявляется подсклоновыми осадочными прогибами и ступенями склона.

Ломоносовско-Хатангский разлом составляет одно из ограничений Транссибирской мегаплатформы, а она означает кратонное ядро Азии, округлившееся при поворотах из стороны в сторону в формате геодинамических циклов фанерозоя. На это указывают дугообразность и история Уральского и Верхоянского хребтов, обрамляющих кратон с запада и востока, и хребтов Центрально-Азиатского орогенного пояса, «оперяющих» кратон с юга. Мегаплатформа разделяется разломной зоной на Западно-Сибирскую плиту и Сибирскую платформу, взаимообратные по кинематике и стилю развития.

Отличия обусловлены субмеридиональными сдвиго-раздвигами, которые становятся обратными сдвиго-сдвигами при циклической смене ускорения на замедление вращения Земли со сменой экваториального растяжения на сжатие и наоборот. Сдвиги плиты и платформы переходят в их противоположенные повороты, разгружающие напряжения от генеральных поступательно-возвратных поворотов мегаплатформы. Ее срединный раздел проявлен руслом Енисея и относится к меридиональной разломной зоне, секущей Евразию и четко выраженной в Индийском океане Восточно-Индийским хребтом.

Ключевым для арктической окраины Евразии предстает Лаптевоморский регион, куда нацелен рифт хребта Гаккеля. В среднем течении Лены и сойдутся с ним в тройном узле два рифта, которые пересекут Азиатский кратон при продвижении тихоокеанского геораздела от Северо-Западного хребта, а индоокеанского геораздела — от Аравийско-Индийского хребта. Ломоносовско-Хатангский сдвиг станет трансформным разломом, а Восточная Сибирь и Индостан, уже сегодня уплотненные астеносферными диапирами и прогретые под траппами, испытают океанизацию. Оседание Сибирской платформы будет сопровождаться подрачиванием и поднятием Западно-Сибирской плиты.

Амеразийский бассейн сольется с Тихим океаном, а Евразийский бассейн соединится с Индийским океаном. Прологом океанического раскола Евразии является заложение в эоцене (с позднеорогенной стадии альпийского геоцикла) мелководного Байкальского рифта, ставшего в плиоцене (с неотектонического геоцикла) глубоководным озером.

Море Лаптевых запечатлело оформление пассивной окраины Евразии и Арктического океана. Фундамент региона образован активизированной в альпийское время Верхояно-Колымской складчатой системой, обрамляющей Сибирскую платформу и разделяющей срединные массивы шельфа. Система выклинивается к континентальному склону, упираясь в арктическую Евразийскую платформу. Меловые и кайнозойские осадочные комплексы покрывают на западе шельфа палеозойские комплексы платформы, а на востоке — мезозойские комплексы складчатой системы. Разнородность основания шельфа подчеркивается сравнительной молодостью и динамической выразительностью осадочных сейсмокомплексов в восточной части шельфа, более тектонически активной.

Резкое уменьшение возраста и мощности осадочного слоя на востоке моря связано с ортогональным сочленением структур Западно-Арктического и Восточно-Арктического шельфов, окаймляющих ромбовидную Евразийскую плиту. Их различие кроется в наличии под Западно-Арктическим шельфом зоны пассивной астеносферной субдукции Евразии, тогда как Восточно-Арктический шельф находится на простирации горной перемычки океана. Она тоже представляет зону пассивной субдукции, но для Северной Америки, а непосредственно обозначает передовой сегмент ее зоны перехода к океану.

Все эти особенности строения геоблоков шельфа по разные стороны тихоокеанско-арктического геораздела подтверждают докембрийское время разграничения Евразийской и Амеразийской платформ. Они выделились следом за Евразийской и Северо-Американской плитами и вместе с Берингоморской межплитной глыбой. Отхождение западной и восточной платформ Арктической мегаплатформы к смежным плитам, поворачивающимся в разные стороны, обусловило своеобразие развития Евразийского и Амеразийского бассейнов, как и смежных с ними структур континентов.

Поэтому рифт срединно-океанского хребта Гаккеля нацелен на границу Сибирской платформы и Верхояно-Колымской складчатой системы. Граница платформы отмечена на шельфе Западно-Лаптевским осадочным прогибом, а на материке проявлена руслом реки Лены и Усть-Ленским грабеном с мощными отложениями (до 9 км) и утонченной земной корой. Древняя подвижная зона продолжается Верхоянским хребтом.

Узкие грабены Западно-Лаптевского прогиба заполнены кайнозойскими отложениями мощностью до 6–8 км и подращиваются до 10–12 км поздне меловыми отложениями. Это говорит о заложении окраинно-шельфовых и подсклоновых прогибов окраины Евразии с позднего мела, то есть с начала океанизации Арктической мегаплатформы. Ее оседанию содействовало изостатическое всплывание Евразии в связи с альпийской орогенцией, что сопровождалось на активной окраине заложением глубоководных морей.

Формирование пассивной окраины Евразии засвидетельствовано тонкослоистым сейсмокомплексом, представленным позднемиоценовыми-четвертичными отложениями мощностью до 2,5 км и пластовой скоростью до 2,4 км/с. Они повсеместно покрывают более динамично сложенные осадочные сейсмокомплексы и фундамент. Сейсмокомплекс состоит из позднемиоценового и плиоцен-четвертичного подкомплексов, которые на континентальном склоне имеют признаки сбросов и лавинной седиментации и запечатлели две стадии углубления глубоководных котловин. Нижележащие комплексы местами опущены вниз по склону, причем ступени склонов континента и океанских хребтов обозначают амплитуду проседания дна. Сходная картина в Беринговом море.

Под тонкослоистым комплексом характер седиментации резко меняется. Отложения третьего комплекса вниз по разрезу локализуются в узких прогибах и пронизываются конседиментационными разломами, свидетельствуя о расширении неглубоких бассейнов при проседании под грузом осадков. Комплекс мощностью до 2 км и пластовой скоростью до 3,2 км/с не распространяется в сторону хребта Гаккеля за аномалии А5–7, что говорит о его миоценовом возрасте. Но с этого комплекса начинаются осадочные прогибы на оси хребта — еще одной черты миниокеана, которому свойственен слабый вулканизм в осевой зоне спрединга, причем даже рифтовая долина прикрыта осадочным чехлом.

Четвертый и пятый осадочные комплексы котловин общей мощностью до 2–3 км и пластовой скоростью до 4,5 км/с заполняют неровности фундамента. Ограничение площадей четвертого комплекса со стороны хребта Гаккеля аномалиями А13–20, а пятого комплекса — аномалиями А21–24(28) позволяет считать их эоцен-олигоценным и палеоцен-эоценовым. Эти комплексы в малых мощностях присутствуют на хребте Ломоносова, что подтвердили приполюсные скважины глубиной до 420 м. Они вскрыли в низах разреза кремнистые илы такого возраста, отлагавшиеся в застойных условиях на шельфе и лежащие на грубозернистых песках прибрежно-морского происхождения.

Низы осадочного чехла на хребте Ломоносова, по данным драгирования его евразийского склона, представлены плотными алевролитами с остатками спор девона-нижнего карбона, а также меловых динофлагеллят и спор. Они дают указание на отложение осадков в прибрежно-морских и мелководных условиях с перерывом и денудацией с позднего палеозоя до позднего мезозоя, то есть в то время хребет был возвышенным. Осадки на хребте становятся собственно океаническими с плиоцена.

Фундамент котловин с граничной скоростью 5,5–6,0 км/с местами проступает подводными горами, явно вулканическими. В большинстве погребенные горы окружены прогибами, заполненными эоцен-олигоценными отложениями, в основном туфогенными. Спрединговые аномалии разного возраста, приуроченные к горам, представляют их как гребневые выступы второго океанического слоя, который чешуйчато наслаивался при импульсах диффузно-полосового спрединга и платобазальтового вулканизма. Субаэральный вулканизм распространялся в обе стороны от хребта Гаккеля, но стал отступать к нему после ослабления астеносферного подтока и по мере залечивания базальтами окраинных полос спрединга. Спрединговые аномалии фиксировали последнее для полосы извержение, омолаживающее предшествующую аномалию.

Спрединговый вулканизм питался из приполюсного мантийного плюма, восходящего под хребтом Гаккеля. Перегибы ползущих от него астеносферных потоков помечены отрицательными гравитационными аномалиями под склонами хребта. Намного более интенсивные аномалии (и только отчасти за счет краевого эффекта) поместили зоны пассивной астеносферной субдукции под Западно-Арктической окраиной Евразии и Северной Америкой. Верхняя часть зоны субдукции Северной Америки начинается на границе Евразийской и Амеразийской платформ — под краем Северо-Американской плиты, обозначенным хребтами Ломоносова и Альфа–Менделеева. Цепь аномалий выказывает деление астеносферных потоков на струи, соразмерные по ширине с сегментами осевых зон спрединга (хребтов) и геоблоками окраин континентов.

Пульсирующие астеносферные потоки периодически подплавляли Арктическую мегаплатформу, вынося из нее щелочи и кремнезем. Потоки задавливались током конвекции в зоны астеносферной субдукции под континенты, подрачивая их и гранитизируя. Пассивность субдукции обусловлена слабым напором астеносферных потоков, тяжело задавливающихся под толстую литосферу и в значительной части разгружающихся посредством окраинно-континентального астеносферного диапиризма.

Астеносферные диапиры обнаруживаются «базальтовыми окнами» под глубокими осадочными впадинами Западно-Арктического шельфа. Меловые, палеогеновые и неоген-четвертичные базальты островов Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Северная Земля, Новосибирских и Канадской Арктики тоже говорят за диапиризм. Всплески окраинно-континентального вулканизма подразумевают импульсное усиление мантийной конвекции и отложение платобазальтового второго слоя океана.

#### **Формирование полярного океана**

Периодичность вулканизма соответствует стадиям альпийского геодинамического цикла, начавшегося с ускорения вращения Земли и экваториального растяжения с инверсией поворотов литосферных плит. Евразийская плита стала поворачиваться в левую сторону, а Северо-Американская плита — в правую. Усиление мантийной конвекции и астеносферного потока под северным сегментом геораздела Тихоокеанской плиты инициировало диффузно-полосовый спрединг и платобазальтовый вулканизм, первоначально более интенсивные на Западной мегаплатформе Северной Пацифиды.

В континентальном Северном полушарии мантийный подток слаб и недостаточен для полноценного диффузно-полосового спрединга, что предопределило замедленное формирование полярного океана. Спрединг больше производился за счет поворотов плит и окраинных платформ, на что указывают клиновидные сдвиги-раздвиги на восточном краю межплитной зоны — под Трансарктическим вулканическим поясом. Повороты плотно прижатых Евразийской и Амеразийской платформ обусловили выдавливание между ними астеносферного диапира, в итоге произведшего радиальный диффузно-полосовый спрединг и платобазальтовый вулканизм на месте Канадской котловины.

Область раннемелового спрединга располагалась асимметрично хребту Альфа–Менделеева (восточнее его), к нему и стал отступать субаэральный вулканизм по мере оформления слоя базальтов и застывания окраинных полос спрединга. Следом зонально оседала уплотненная Амеразийская платформа и ширилась мелководная Канадская котловина, которая наполнялась литосферной водой и засыпалась осадками.

Терригенный и вулканогенный материал поступал в котловину с платформ и хребтов складчатого пояса Северной Америки и с хребтов Трансарктического вулканического пояса. Конседиментационное проседание котловины ускорилось в позднемеловое время при ослаблении спрединга и усилении стока обломочного материала с континентов. Они испытывали альпийскую орогению, на пассивных окраинах эпиплатформенную.

Орогенный этап альпийского геоцикла начался при замедлении вращения Земли со сменой полярного сжатия на растяжение и возвратными поворотами плит. Знаковая подвижка субъядра и усиление мантийной конвекции изменили географию и характер

диффузно-полосового спрединга. Эпицентр астеносферного подтока в Пацифике переместился вдоль тихоокеанского геораздела из Северного полушария в Южное — с Гавайского хребта на Восточно-Тихоокеанское поднятие, от Гавайских островов к острову Пасхи (с 25–30° с. ш. на 25–30° ю. ш.). Антиподальный эпицентр подтока в Атлантике сместился вдоль атлантического геораздела из Южного полушария в Северное — с Южно-Атлантического хребта на Северо-Атлантический хребет, от островов Тристан-да-Кунья к Азорским островам (с 35–40° ю. ш. на 35–40° с. ш.).

Атлантический геораздел и полосовой спрединг продвигаются в Западную Арктику, разрушая Норвежско-Гренландскую преграду и разделяя океаном палеозойскую Лавразию на Северную Америку и Евразию. Возвратные повороты Евразийской и Северо-Американской плит произвели не только возвратные повороты амеразийских массивов и блоков с беспорядочным разворотом пакетов мезозойских магнитных аномалий.

Осевая зона спредингового вулканизма сместилась на западный край межплитной зоны — к хребту Гаккеля, срединному для Евразийской платформы. Зона пассивной астеносферной субдукции под Северной Америкой продвинулась до края спаянной базальтами Амеразийской платформы — под хребты Ломоносова и Альфа–Менделеева. Сдвиго-раздвиговые напряжения от поворотов плит сказались в асимметрии рифтовой долины хребта Гаккеля (западный борт положе) и котловин Нансена и Амундсена глубиной соответственно менее 3 и более 4 км. Аномально утолщенным вторым океаническим слоем, но в целом утонченной корой котловин подразумевается, что кайнозойскому спредингу и вулканизму местами предшествовал мезозойский спрединг.

Влияние на северную полярную область удалившегося тихоокеанского эпицентра астеносферного подтока сменяется влиянием атлантического эпицентра, менее мощного, но приблизившегося. Но даже атлантический спрединг не смог скрыть автономность развития Арктической мегаплатформы, заметной по вырождению спрединговых аномалий у Лаптевоморского шельфа и Шпицбергенского порога. Хребет Гаккеля рельефно выказал самобытное развитие полярной мегаплатформы, как и специфику тектонического развития каждого из срединно-океанских хребтов глобального пояса.

Полярное растяжение достигло максимума в эоцене на рубеже позднеорогенной стадии альпийского геоцикла. Бассейн Амеразийской платформы активно заполняется твердым стоком, а Евразийская платформа испытывает мощный полосовой спрединг и субаэральный вулканизм, чешуйчато наслаивающий второй океанический слой. По мере залечивания лавами окраинных полос спрединга вулканизм импульсно отступает к хребту Гаккеля, а следом идет оседание евразийских массивов под грузом базальтов с расширением неглубоких котловин Нансена и Амундсена. В них собирался терригенный и вулканогенный материал, сносимый с Евразии, хребтов Ломоносова и Гаккеля.

Возрастной шаг спрединговых аномалий выказал скорость астеносферных потоков и океанизации древней метаморфической коры. Сами аномалии разметили зональность оседания в астеносферу дегранитизируемой литосферы. При наступлении в конце миоцена неотектонического геоцикла и полярного сжатия спрединговый вулканизм локализуется в рифте хребта Гаккеля, наслаивая вулканогенно-осадочные отложения.

Полная консолидация теплоизолирующего второго океанического слоя обеспечила глубинный прогрев Арктической мегаплатформы с десерпентинизацией литосферы. Дегранитизированные остатки «гранитного» слоя, зонально принизанные габброидами, составили третий океанический слой. Серпентиниты «базальтового» слоя субконтинентальной коры переходили в оливиниты и перидотиты с подъемом раздела Мохоровичича и выходом этого слоя из состава земной коры, в итоге омоложенной и океанической. Уплотняющаяся литосфера оседала в астеносферу на толщину слоя высвобожденной воды, углубив в плиоцене на 1–2 км и оформив Арктический океан.

Вследствие затопления океанских хребтов и начавшегося оледенения накопление осадков в полярном океане резко сократилось. Евразийская и Амеразийская платформы стали океаническими оторочками Евразийской и Северо-Американской плит, еще не

полноценными и продолжающими оседать вместе с хребтами. О незавершенности океанизации свидетельствуют только притоженная и субконтинентальная горная перемычка океана с вершинными плато на глубинах 1 км и менее и нестабильность глубин океана на протяжении полувека, что видно по повторным промерам.

Примечательно сходство флоры Таймыра и Канадской Арктики, что объяснялось Я. Я. Гаккелем за счет «моста» хребта Ломоносова, бывшего еще 100 тыс. лет назад. Архипелаг его островных вершин существовал даже в голоцене, на что указывают самые северные стоянки людей каменного века (76° и 82° с. ш.), открытые на Новосибирских островах и в Гренландии — на обоих подходах к «мосту» между Евразией и Америкой. Широкая трансарктическая перемычка обретает смысл затонувшего останца Арктиды.

Невыразительность Арктического океана продиктована его полярным положением. Арктическая мегаплатформа с начала фанерозоя представляла собой денудированное сводовое геоподнятия в виде низкой суши, пересекавшейся посередине валлообразными тектоновулканическими поясами и перемежавшейся с широкими мелкими морями. Там отлагались в основном карбонаты, а местами соли. Арктическое геоподнятия окружала редкая цепь дугообразных складчатых систем Периарктического подвижного пояса, которые запечатлели повороты окраинных платформ и массивов Евразийской и Северо-Американской плит в формате каледонского и герцинского геоциклов. Горные системы окаймляли геоподнятия глубокими прогибами в основном с терригенными отложениями.

По окончании палеозойской мегафазы фанерозойского мегацикла и глобальной тектонической инверсии Периарктический пояс испытывает орогению, а подплавленное геоподнятия оседает и становится геодепрессией, знаменующей подход океанизации. Преобладание с фанерозоя экваториального растяжения и полярного сжатия предопределило невыразительность рифтинга и неполноту геосинклинального процесса в этом подвижном поясе, в большей части обходящегося эпиплатформенной складчатоглыбовой орогенией. То же самое относится к активизации пояса с мезозоя.

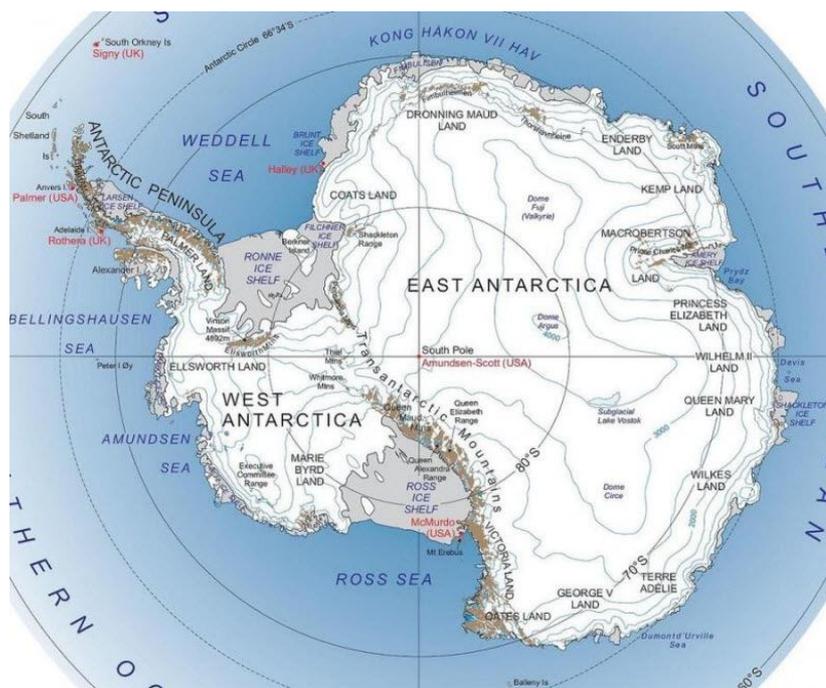
Полярное сжатие на рифтогенном этапе альпийского геоцикла и толстая литосфера Северного полушария тоже затрудняли формирование Арктического океана, который наметился лишь с орогенного этапа геоцикла в связи с полярным растяжением. Океан оформляется при неотектонической активизации в позднем миоцене и отчасти за счет оформления континентов, гранитизированных и изостатически всплывавших. Их подплавленные окраины оседали, формируя широкий и местами углубленный шельф.

Древнее арктическое геоподнятия стало инвертировать в геодепрессию на исходе герцинского геоцикла вместе с великим тихоокеанским геоподнятием. Но его мегаплатформы как самые денудированные, уточненные и дегранитизированные испытали астеносферную проработку еще при альпийском усилении пульсаций Земли. На мезозойском этапе океанизации Тихоокеанской плиты шло лишь заложение Амеразийского бассейна, а на кайнозойском этапе расширенной океанизации плиты образовались восточноазиатские моря и Евразийский бассейн. Синхронное образование Норвежско-Гренландского, Средиземноморского и Мексикано-Карибского бассейнов на окраинах Евразийской и Северо-Американской плит подчеркивает их связанные повороты.

Если восточноазиатские моря затопили океанизированные массивы активной окраины Евразийской плиты, то Арктический океан затопил океанизированные платформы пассивных окраин Евразийской и Северо-Американской плит. Арктический кратон стал океаническим ядром оформившегося континентального Северного полушария и антиподально уравновесился Антарктическим кратоном. Этот кратон стал континентальным ядром оформившегося океанического Южного полушария.

Трансантарктический горный пояс, как и трансарктический хребет Ломоносова, проходит через полюс и делит Антарктиду тоже на две неравные платформы: древнюю Восточную и Западную, омоложенную в фанерозое (рис. 6). Одновременно омолаживался Арктический кратон, особенно его западная часть, за счет спредингового вулканизма. По мере мезозойско-кайнозойского оседания в астеносферу Арктического кратона и

поднимания Евразийской и Северо-Американской плит поднимался кратон Антарктической плиты, и оседали ее окраины, предстающие океанической оторочкой.



**Рис. 6. Рельеф Антарктиды**

Сверху Атлантический и Индийский океаны, снизу Тихий океан

Приуроченность Арктического океана и Антарктиды к полюсам засвидетельствовала антиподальную уравновешенность Земли и тектоническое значение ее вращения, в том числе генеральное постоянство положения оси вращения и оси симметрии сети планетарной трещиноватости. В новом значении предстают овальные пояса полярных сияний на широтах  $\pm 70-80^\circ$ , — они обрисовывают полярные неоднородности литосферы и обозначают их как области (поперечником  $30-40^\circ$  по широте) миграции оси магнитного диполя относительно оси вращения в ответ на микроподвижки субъядра и наклона Земли. Движения магнитного полюса вместе с поворотами на месте плит, платформ и блоков объясняют межрегиональные разногласия палеомагнитных данных, а на них в тектонике плит держатся реконструкции бывшего расположения частей Арктики на  $10-40^\circ$  южнее.

Неизменное местоположение полярной области Земли подчеркивается древней циркумполярной зональностью климата Евразии и Северной Америки. Угленосные толщи островов Шпицберген, Канадской Арктики и Новосибирских, расположенных по периметру океана, запечатлели широколиственные леса и теплый (до субтропического) климат, типичный для позднего эоцена. Гумидный климат был присущ Арктике с позднего палеозоя и колебался от теплого до умеренного, но, начиная с олигоцена и после краткого потепления в середине миоцена, становится неровным и прохладным.

Усиление широтной зональности климата в связи с изменением наклона Земли на фоне спада солнечной активности инициировало наступление в позднем кайнозое полярного оледенения. Оно усилилось циркумконтинентальной зональностью климата в связи с оформлением Мирового океана и континентов. В конце миоцена Антарктида покрывается ледниками, а в плиоцене Северный океан становится ледовитым.

Геодинамика и геологическая история Арктического океана однозначно свидетельствуют об океанизации субконтинентальной литосферы, которая неразрывна с литосферой окружающих материков, в свою очередь испытавшей континентализацию. Субконтинентальная перемычка океана в виде хребтов Ломоносова и Альфа–Менделеева может относиться в плане внешней границы континентального шельфа к продолжению и Евразии, и Северной Америки, и притом в эволюционно новом качестве.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Геолого-геофизические* характеристики литосферы Арктического региона / Тр. ВНИИОкеангеология. Т. 210. Вып. 6. СПб., ВНИИОкеангеология, 2006. 224 с.
- Голубев В. М.* Основы общей космодинамики геосферы и биосферы // Отечественная геология. 1992. № 9. С. 79–89.
- Голубев В. М.* Строение и происхождение планетарной трещиноватости земной коры // Известия ВУЗов. Геология и разведка. 1994а. № 2. С. 3–11.
- Голубев В. М.* Конспект теории развития Земли и человека // Тихоокеанская геология. 1994б. № 2. С. 82–94.
- Голубев В. М.* Геология дна, геодинамика и нефтегазоносность Беринговоморского региона. СПб.: Недра, 1994в. 125 с.
- Golubev V. M.* Tectonics and oil-and-gas potential of the Bering Sea bottom. In: 1992 Proceedings Conference on Arctic margins. Anchorage, USA. 1994г. P. 381–386.
- Golubev V.M.* 1. Gravirotational geodynamics and oceanization of the Earth, 2. Introduction into a universal theory of the Earth, 3. Bering Sea model of evolution of the East-Asian transition zone // 30th International Geological Congress. Abs. Vol. 1. Beijing, China. 1996. P. 4, 6, 206.
- Голубев В. М.* 1. Строение и стиль развития Беринговоморской зоны континент–океан. 2. Сдвиговая механика и палеотектоника Беринговоморской зоны континент–океан // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. СПб., ВНИИОкеангеология. 1998. Вып. 2. С. 58–68, 69–78.
- Голубев В.М.* 1. Парадигма актуальной геодинамики, 2. Астеносферная субдукция и океанизация // Тектоника, геодинамика и процессы магматизма и метаморфизма: Материалы XXXII тектонического совещания. М.: ГЕОС, 1999. Т. I. С. 194–200.
- Голубев В. М.* Тезисы системной геотектоники // Общие вопросы тектоники. Тектоника России: Материалы XXXIII Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2000а. С. 132–137.
- Голубев В. М.* 1. Астеносферная субдукция и океанизация. 2. Геодинамика и системная геотектоника. 3. Геономия и экология // Отечественная геология. 2000б. № 8. Спецвыпуск. Тез. докл. 31-го Геологического конгресса (Бразилия, 2000). С. 20–21.
- Golubev V. M.* Causes of cyclicity. In: *Cyclic development of sedimentary basins* / Ed. J. M. Mabesoone and V. H. Neumann. *Developments in Sedimentology* 57. Elsevier, 2005. P. 15–36.
- Вадимир Голубев.* ГЕОКОСМОС: Книга 1. Природа Земли и жизни; Книга 2. Природа человека и духа. СПб.: Изд-во Филфака СПбГУ, в печати с 1996. 600 с.; Интернет, СПб: Самиздат, 2000 с дополнениями. <http://extremprognoz.narod.ru/> и <http://edinomir.narod.ru/>

Санкт-Петербург, 2000,  
с дополнениями