

А.М. КАРАСИК, Р.А. ПОЗДНЯКОВА

О ЗАВИСИМОСТИ ГЛУБИНЫ ФУНДАМЕНТА ОТ ЕГО ВОЗРАСТА В ЕВРАЗИЙСКОМ БАССЕЙНЕ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

(Представлено академиком И.П. Герасимовым 4 V 1979)

Евразийский бассейн Северного-Ледовитого океана принадлежит к нормальным океаническим бассейнам [*Demenitskaya & Karasik, 1966*], сформировавшимся в результате разрастания от оси срединного хребта [*Карасик, 1968*]. Однако рельефу дна Евразийского бассейна (рис. 1) свойствен ряд специфических особенностей, из которых главными можно считать малую ширину бассейна и срединного хребта Гаккеля, неполное морфологическое развитие последнего, отсутствие на нем островов и его исчезновение на расстоянии нескольких сот километров от шельфа моря Лаптевых [*Рассохо и др., 1967*]. Геолого-геофизическое своеобразие бассейна состоит прежде всего в развитии мощной осадочной толщи, которая по сейсмическим данным [*Рассохо и др., 1967*] достигает нескольких километров на приматериковой периферии котловин Нансена и Амундсена, и в слабом проявлении признаков океанической структуры аномального магнитного поля [*Карасик, 1971*]. Все перечисленные особенности Евразийского бассейна в конечном счете могут быть объяснены низкими темпами раскрытия, обусловленными его близостью к мгновенным полюсам вращения Евразийской и Северо-Американской плит и малой угловой скоростью их расхождения на протяжении большей части истории бассейна [*Карасик, 1974*].

В связи с этим интересно рассмотреть, в какой мере в Евразийском бассейне выполняется глобальная эмпирическая зависимость между глубиной океанической литосферы и ее возрастом, которая установлена по данным из Тихого, Атлантического и Индийского океанов [*Ле Пишон и др., 1977*] и успешно воспроизведена с помощью моделей остывающей литосферы, погружающейся при отодвигании от места формирования [*Сорохтин, 1973; Parker & Oldenburg, 1973*].

Исследование проведено по 15 профилям, равномерно распределенным по протяжению хребта Гаккеля (рис. 1), ориентированным, как правило, параллельно простиранию трансформных разломов. Изостатически скомпенсированная глубина фундамента H_f вычислялась путем введения в измеренную глубину дна изостатической поправки H_{oc} , учитывающей дополнительное прогибание фундамента под влиянием осадочной толщи. Нос вычислялось по формуле [*Sclater et al., 1971*]

$$H_{oc} = (\sigma_l - \sigma_{oc}) / (\sigma_l - \sigma_v) \cdot h_{oc},$$

где $\sigma_l = 3,3 \text{ г/см}^3$ - плотность литосферы, $\sigma_v = 1,03 \text{ г/см}^3$ - плотность морской воды, σ_{oc} , h_{oc} - соответственно плотность и мощность осадочной толщи.

Количество расчетных точек зависело от длины профиля и расчлененности рельефа дна и в среднем равнялось 31. Плотность осадочных образований чехла в каждой точке профиля рассчитывалась как средневзвешенное значение плотностей пород первого и второго структурных этажей, характеризующихся разными средними скоростями распространения сейсмических волн [*Егуазаров и др., 1977*]. Сейсмический скоростной разрез пересчитан в плотностной по зависимости [*Talwani et al., 1959*]. Найденным значениям глубины фундамента приписан возраст по карте изохрон, составленной на основе геохронологического анализа аномального магнитного поля [*Карасик, 1974*].



Рис. 1. Физиографическая схема Евразийского бассейна ⁽³⁾ и схема расположения анализируемых профилей. Пунктиром показаны границы магнитных областей. Здесь и на рис. 2 и 4: ЗО – западная область, ЦО – центральная область, ВО – восточная область, ПО – пришельфовая область

Полученный описанным способом профиль поверхности изостатически скомпенсированного фундамента сглаживался вручную. Затем вычислялись средние профили по группам, отличающимся как морфологией дна, так и структурой магнитного поля [Карасик, 1974].

При рассмотрении средних по области профилей $H_{\phi}(t)$ (рис. 2) следует иметь в виду их невысокую надежность, обусловленную рядом причин. Во-первых, исходные батиметрические профили были выбраны на пересечениях наиболее возвышенных участков хребта, которые предположительно рассматривались как типичные для его морфологии (в отличие от разделяющих эти участки депрессий, которые связывались с поперечными нарушениями). Во-вторых, точность определения возраста дна невысока из-за слияния изохрон, обусловленного низкими темпами раскрытия бассейна [Карасик, 1974]. В-третьих, точность определения поправки на влияние осадочной толщи, имеющих в рассматриваемом регионе весьма большую величину, также невысока из-за особенностей дискретного сейсмического зондирования МОВ. Наконец, сглаживание коротких профилей, осложненных немногочисленными, но значительными ундуляциями поверхности фундамента, также может сопровождаться ошибками, влияние которых не до конца устраняется при осреднении из-за малого числа профилей, входящих в группы по областям. Поэтому наряду с «областными» графиками вычислены и средние для всего Евразийского бассейна профили (рис. 3). Полученные графики $H_{\phi}(t)$ характеризуются четырьмя основными особенностями.

Во всех областях бассейна, кроме пришельфовой, наблюдается вполне удовлетворительное соответствие эмпирических и теоретических профилей,

сохраняющееся и для бассейна в целом: глубины изостатически скомпенсированного фундамента возрастают в обе стороны от оси хр. Гаккеля со скоростью, близкой к той, которая предсказывается моделью остывающей литосферной плиты [*Сорохтин, 1973; Parker & Oldenburg, 1973*]. Этот результат представляется исключительно важным, ибо, с одной стороны, он подтверждает принадлежность своеобразного Евразийского бассейна к «нормальным» спрединговым бассейнам и принципиальную правильность датировки его дна по магнитным аномалиям, а с другой стороны, окончательно решает спорный вопрос о времени возникновения самого хр. Гаккеля [*Грачев и Карасик, 1974*] в пользу его одновозрастности с Евразийским бассейном.

Большой интерес представляет намечающаяся асимметрия в распределении знаков отклонений эмпирических графиков от теоретической прямой со стороны котловин Нансена и Амундсена. Если в первой почти все значения в центральной, восточной и пришельфовой областях лежат ниже теоретической прямой, то в котловине Амундсена приблизительно от 45 до 20 млн лет наблюдается отклонение противоположного знака. Анализ возможных причин этого явления приводит к выводу, что если отмеченные отклонения значимые и реальные, то они не могут быть обусловлены ошибками в оценке вклада осадочной толщи, равно как не могут быть устранены простым уточнением теоретической модели. Не исключено, что Евразийский бассейн подстилается аномальной астеносферой, поведение которой в котловине Нансена отклоняется от нормы сильнее, чем в котловине Амундсена (подобно тому как в целом необычно мощная осадочная толща Евразийского бассейна особенно аномальна в котловине Нансена).

Следующая особенность Евразийского бассейна состоит в сильном несоответствии эмпирических и теоретических данных в пришельфовой области, где в рельефе дна исчезает хр. Гаккеля. Тенденция к увеличению глубины фундамента с возрастом, в целом сохраняющаяся и в этой области, крайне слабо выражена на самом южном профиле XV, проходящем в пределах абиссали (см. рис. 1 и 2). Поскольку морфологический облик этой части бассейна, по-видимому, обусловлен крайне низкими темпами ее раскрытия (современная скорость разрастания близка к 2-3 мм/год), есть основания предполагать, что здесь зависимость глубины фундамента от его возраста может иметь иной характер, чем в используемой модели.

Последняя особенность состоит в наличии позднеплиоценовой отрицательной топографической аномалии, усиливающейся в направлении моря Лаптевых (рис. 2 и 4), Прямая $H_f(0)$, аппроксимирующая зависимость $H_f(0)$ от кошироты спрединга (углового расстояния от плиоценового полюса вращения Евразийской и Северо-Американской литосферных плит [*Карасик, 1974*]), иллюстрирует отсутствие топографической аномалии в западной области и увеличение ее амплитуды в сторону полюса раскрытия. Природа указанного явления не может быть понята без хронологической локализации получившегося аномально низкого положения литосферы. С одной стороны, может иметь место эффект заглупления литосферы, возникающий при ее формировании, постепенно ослабевающий при ее отодвижении от оси разрастания и практически полностью исчезающий приблизительно через 6-7 млн лет. В этом случае топографическая аномалия отражает кратковременное «отставание» литосферы Евразийского бассейна от глобального и теоретического уровня и может указывать на перманентное региональное отличие граничных условий на конструктивной границе плит в Евразийском бассейне от принятых в используемых моделях.

С другой стороны, наблюдаемый эффект мог возникнуть на последнем этапе раскрытия и тогда - вопреки принципу униформизма - необходимо предположить изменение граничных условий в модели приблизительно 6-7 млн лет назад. Устойчиво низкие темпы раскрытия Евразийского бассейна на протяжении последних нескольких десятков миллионов лет согласуются с первым предположением и противоречат последнему.

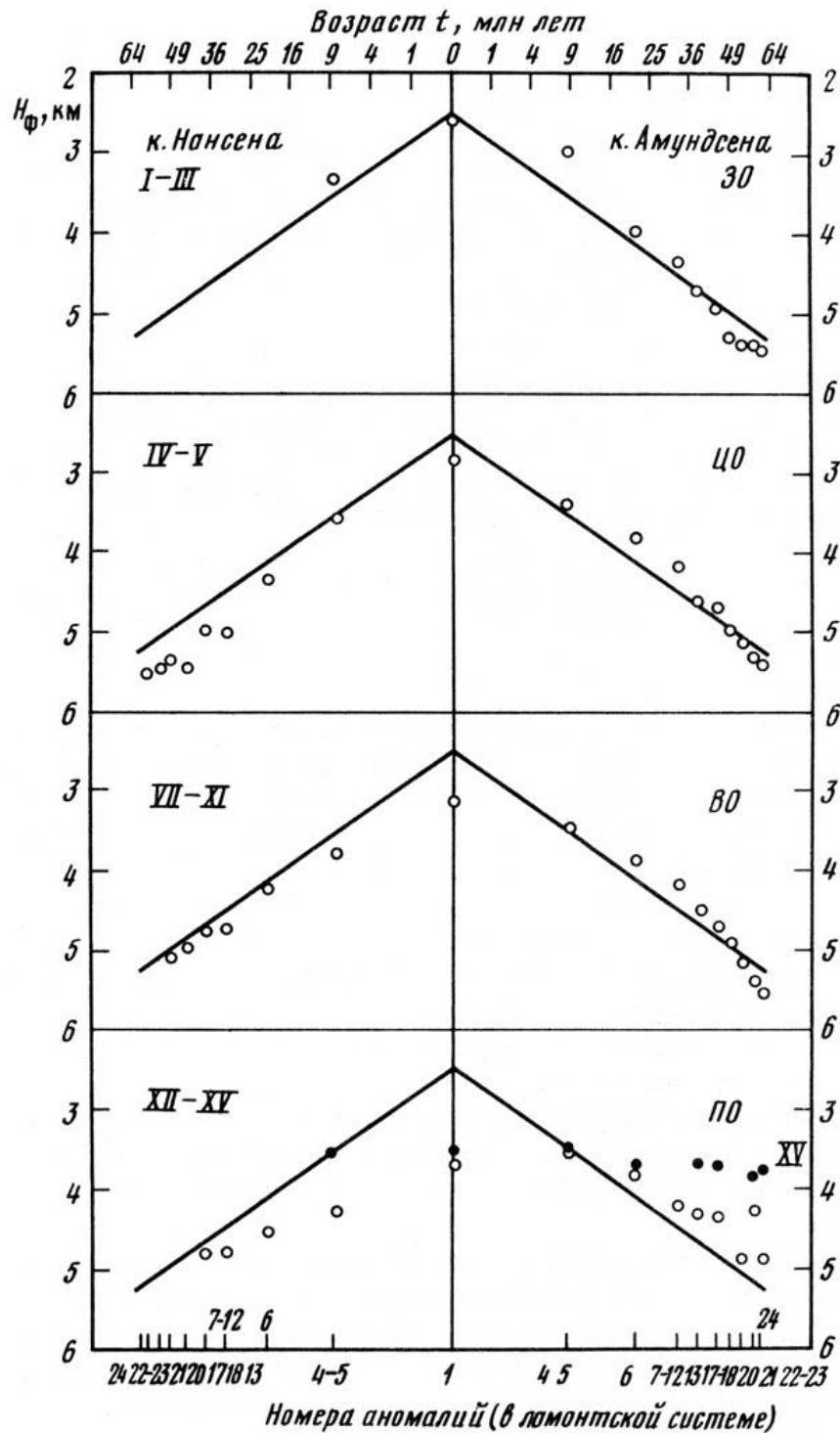


Рис. 2. Зависимость глубины литосферы в отдельных магнитных областях Евразийского бассейна от его возраста, определенного путем датировки палеомагнитных аномалий. Кружочки – глубины литосферы, вычисленные по сглаженному рельефу дна с учетом влияния осадочной толщи и осредненные по группам профилей (их номера показаны римскими цифрами). Черные точки – неосредненные расчетные глубины литосферы по профилю XV. Сплошные линии – теоретическая зависимость по (?).

Одинаковая тенденция изменения $H_\phi(0)$ и скорости разрастания S при приближении к полюсу раскрытия не может объяснить наблюдаемое явление, ибо к югу от Исландии установлено противоположное соотношение между амплитудой топографической аномалии, убывающей в южном направлении (т.е., от полюса раскрытия), и скоростью разрастания, увеличивающейся в этом направлении [Vogt & Avery, 1974]. Эти факты легче всего поддаются объяснению с позиций гипотезы Исландского мантийного султана [Vogt,

1974] и, как нам кажется, должны приниматься во внимание при построении как уточненной модели остывающей литосферной плиты, учитывающей специфику бассейна, так и динамической модели взаимодействия литосферы и астеносферы на севере планеты.

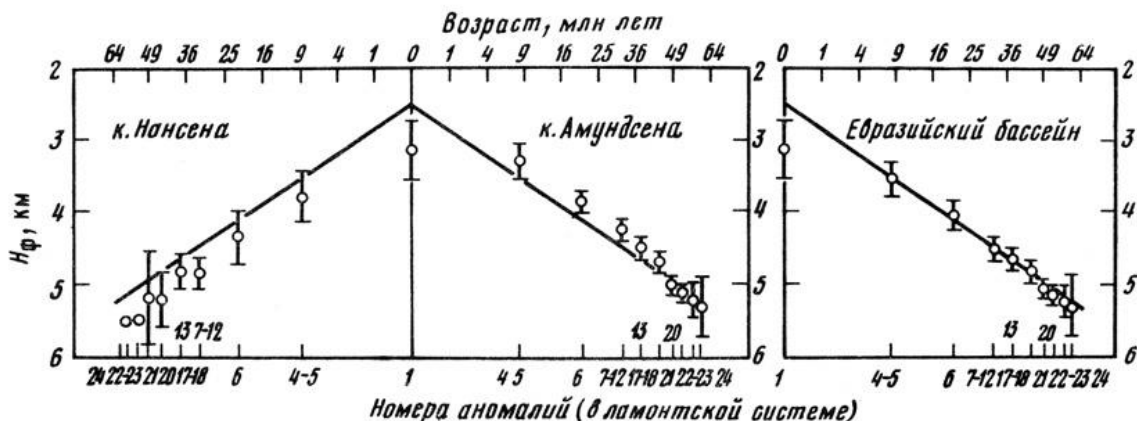


Рис. 3. Зависимость глубины литосферы Евразийского бассейна от его возраста, определенного путем датировки палеомагнитных аномалий. Кружочки – глубины литосферы, вычисленные по сглаженному рельефу дна с учетом влияния осадочной толщи и осредненные либо по северной и южной половинам бассейна (слева), либо по всему бассейну в целом (справа). Вертикальные линии – доверительные интервалы с уровнем вероятности 95%. Сплошные линии – теоретическая зависимость по (7)

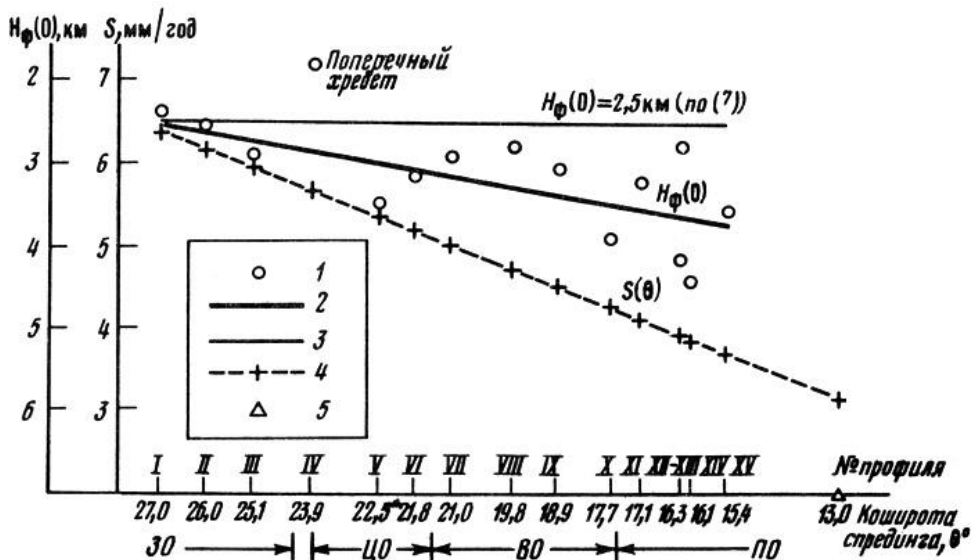


Рис. 4. Эмпирическая (1) и аппроксимированная (2) зависимость между расчетной глубиной литосферы на оси хр. Гаккеля и расстоянием от плиоценового полюса раскрытия Евразийского бассейна в точке $65^{\circ},5$ с.ш., $139^{\circ},5$ в.д. в сравнении с теоретической глубиной (3) по (7) и зависимость между линейной скоростью разрастания и плиоценовой коширотой спрединга (4). 5 – коширота спрединга материкового склона в море Лаптевых

Научно-производственное объединение «Севморгео»,
Ленинград

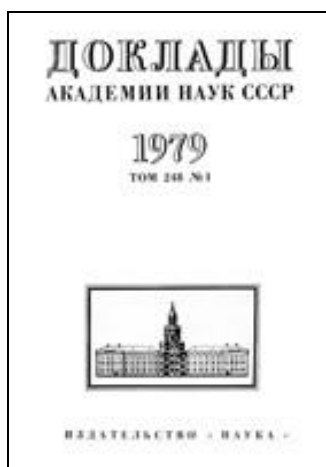
Поступило
19.V.1979

ЛИТЕРАТУРА

1. Demenitskaya R.M., Karasik A.M., Magnetic data confirm that the Nansen- Amundsen Basin is of normal oceanic type // Geol. Surv. Canada, 1966. Pap. 66-15. p. 191-196.
2. Карасик А.М., Геофизические методы разведки в Арктике, в. 5, 8 (1968).

3. *Рассохо А.И., Сенчура Л.И., Деменецкая Р.М., Карасик А.М., Киселев Ю.Г., Тимошенко Н.К.* [Подводный срединный Арктический хребет и его место в системе хребтов Северного Ледовитого океана](#) // Доклады Академии наук СССР. 1967. Том 172. № 3. С. 659-662.
4. *Карасик А.М.* [Магнитные аномалии океана и гипотеза разрастания океанического дна](#) // Геотектоника. 1971. № 2. С. 3-18.
5. *Карасик А.М.*, Проблемы геологии полярных областей Земли, Л., 1974, стр. 23.
6. *К.Ле Пишон и др.*, Тектоника плит, М., «Мир», 1977, стр. 287.
7. *Сорохтин О.Г.* Зависимость топографии срединно-океанических хребтов от скорости раздвижения литосферных плит // ДАН. 1973. Т. 208. № 6. С. 1338-1341.
8. *Parker R.L., Oldenburg D.W.* [Thermal model of ocean ridges](#) // Nature Phys. Sci., 1973. v. 242, № 122, p. 137-139.
9. *Sclater J.G. et al.* [Elevation of ridges and evolution of the central eastern Pacific](#) // J. Geophys. Res., 1971. V. 76, №32, p. 7888-7915.
10. *Егузаров Б.Х. и др.*, Тектоника северной полярной области Земли, Л., Севморгео, 1977, стр. 200.
11. *Talwani M. et al.*, [A crustal section across the Puerto Rico Trench](#) // J. Geophys. Res., 1959. v. 64, p. 1545-1555.
12. *Грачев А.Ф., Карасик А.М.*, Геотектонические предпосылки к поискам полезных ископаемых на шельфе Северного Ледовитого океана, Л., 1974, стр. 19.
- 13 *Vogt P.R., Avery O.E.*, Marine Geology and Oceanography of Arctic Seas, N.Y., 1974, p. 83.
- 14 *Vogt P.R.*, Geodynamics of Iceland and the North Atlantic Area, 1974, p. 105.

Ссылка на статью:



Карасик А.М., Позднякова Р.А. О зависимости глубины фундамента от его возраста в Евразийском бассейне Северного Ледовитого океана // Доклады Академии наук. 1979. Том 248. № 1. С. 169-174.