

П. В. ФЛОРЕНСКИЙ, Е. И. ЗАБЕЛИН

## ПОЛЯРНАЯ АСИММЕТРИЯ ПЛАНЕТ КАК МЕРА ИХ РАЗВИТИЯ

(Представлено академиком А. В. Пейве 17 VII 1975)

По В. И. Вернадскому, диссимметрия — «нарушение симметрии неизвестной мощной причиной, ее производящей или ее непрерывно динамически поддерживающей» <sup>(1)</sup>, — свойственна геологическим оболочкам Земли. Несоответствие геологической структуры северного и южного полушарий Земли <sup>(3, 4, 10, 13)</sup> называется полярной асимметрией, описанию которой посвящены работы Я. Я. Гаккеля, Л. П. Шубаева <sup>(13)</sup>, С. В. Колесника, В. Л. Личкова <sup>(3, 4)</sup>, К. К. Маркова, Н. А. Штрейса <sup>(12)</sup> и др. (рис. 1к). Земная кора складывается как слоистая и структурно усложняется: чем мощнее «гранитный» и базальтовый» слои, тем как бы более развит данный участок; но слои эти мощнее и шире распространены в северном полушарии — особенно в средних широтах <sup>(9, 10)</sup>. Кроме того, несомненна и полярная асимметрия эндогенных процессов, например (рис. 2) в количестве современных вулканов и эпицентров землетрясений; еще более контрастную асимметрию имеет распределение числа не вулканов, а извержений, и не эпицентров, а самих землетрясений. Распределение их также осложнено пиками, отвечающими «критическим параллелям». Сходная асимметрия прослеживается и в подвижных оболочках Земли — гидросфере и атмосфере.

У Луны (диаметр 3480 км) темные «моря», расположенные в основном в ее северном полушарии (рис. 1б), образованы излияниями базальтоидов и проседаниями: они более молодые и отвечают более развитым участкам коры, чем «континенты» <sup>(6, 10)</sup>. Активные геологические процессы на Луне (рис. 1в) также фиксируются чаще в северном полушарии, где находятся 32 из 50 активных участков и почти все участки, с которыми связано более 10 известных событий. Более того, 27 из 750 событий связаны с районом кратера Арпстарх, находящимся на 25° с. ш.

У Меркурия (диаметр 4860 км) различаются участки, покрытые темными, более молодыми породами, напоминающие талассонды Луны, которые более распространены в северном полушарии, и более светлые, более древние и более насыщенные кратерами поверхности <sup>(2, 10, 15)</sup> (рис. 1д).

У спутников Юпитера <sup>(2)</sup>, диаметр которых близок к диаметру Луны, — Европы (диаметр 3100 км) и Ио (диаметр 3550 км) — асимметрия <sup>(11)</sup> темных и светлых участков поверхности минимальна у меньшей, медленнее вращающейся и обращающейся Европы (рис. 1а) и более заметна и сходна с лунной у более близкой к ней по величине Ио (рис. 1г).

На Марсе (диаметр 6800 км) в северном полушарии преобладают светлые области (рис. 1з). Установлено <sup>(14)</sup>, что наименее насыщенные кратерами, т. е. наиболее молодые области сконцентрированы именно в северном полушарии (рис. 1и). Таким образом, хотя связь относительного возраста поверхности и ее альбедо для Марса и не прямая, но заметно общее соответствие светлых, более молодых поверхностей в северном полушарии и темных более древних — в южном.

У несколько меньших, чем Марс, спутников Юпитера — Каллисто (диаметр 5050 км, рис. 1е) и Ганимеда (5600 км, рис. 1ж) — светлые области также концентрируются в северном полушарии; площадь их меньше у меньшего — Каллисто и больше у быстрее вращающегося и большего Ганимеда.

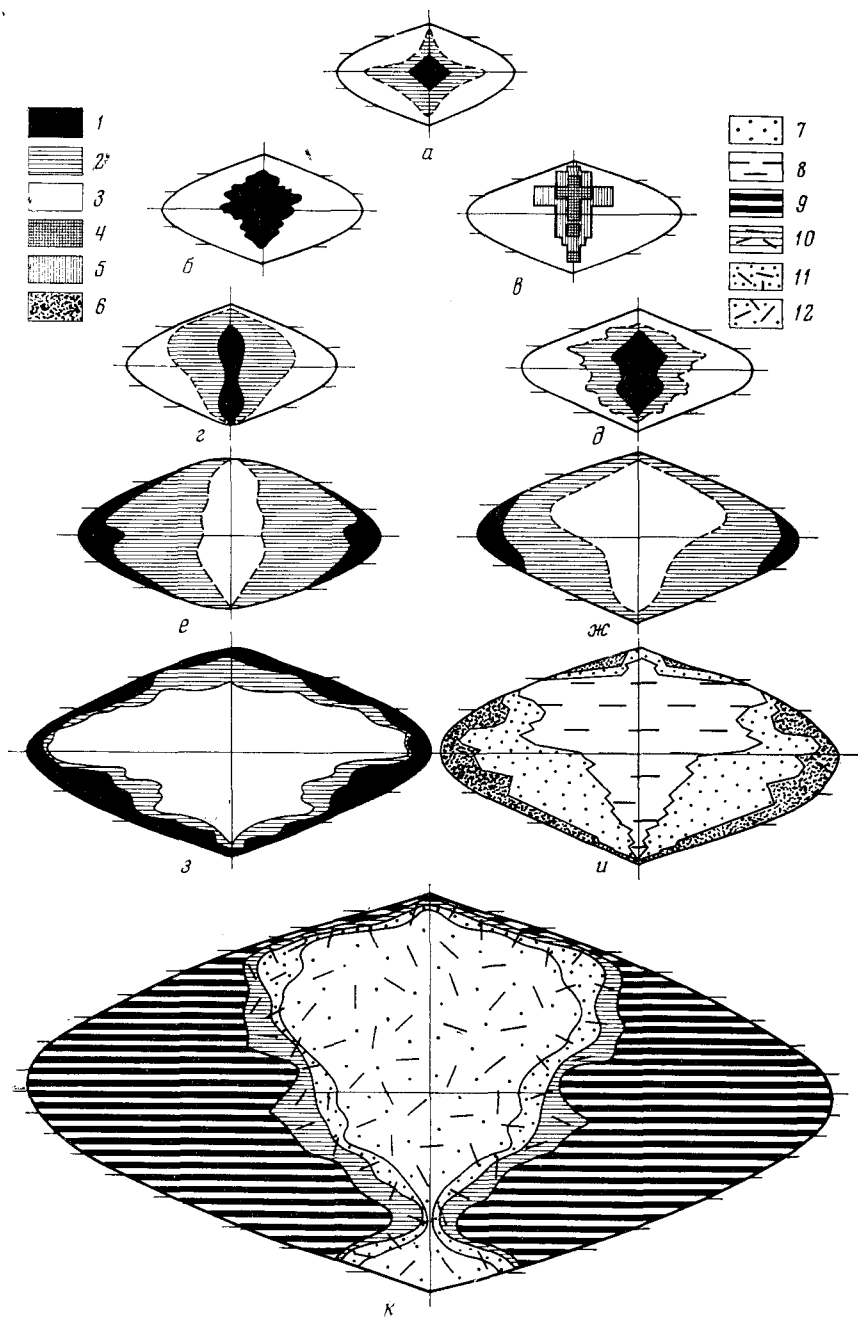


Рис. 1. Полярно-асимметричное распределение структур планет и спутников на равновеликой проекции шара: от осевого меридиана последовательно отложены поверхности разного типа. а — Европа; б — структура Ио; в — активность Ио; г — Меркурий; д — Каллисто; ж — Ганимед; з — Марс, по телескопическим наблюдениям альбедо; и — Марс, структура поверхности; к — типы поверхности Земли. 1 — 3 — тона окраски поверхности планет (отражены в штриховке); 4, 5 — активность Ио: 4 — участки, с которыми связано более 10 событий, 5 — менее 10 событий; 6 — 8 — структура поверхности Марса: 6 — древние кратеризованные области, 7 — промежуточные области, 8 — молодые, бедные кратерами области; 9 — 12 — структура поверхности Земли: 9 — ложе океана, 10 — материковый склон, 11 — материковая отмель, 12 — материк

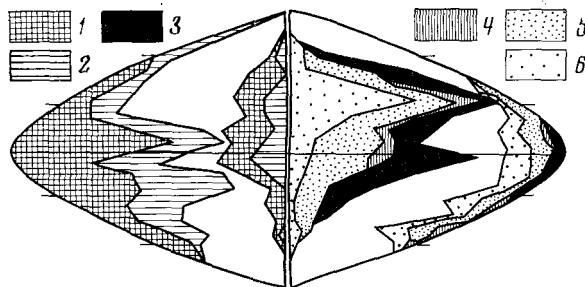


Рис. 2. Асимметричное распределение на Земле вулканов (слева) и эпицентров землетрясений (справа). От края отложено число вулканов и эпицентров землетрясений, приуроченных к океанической коре, а от осевого меридиана — к континентальной и переходной. 1, 2 — количество вулканов: 1 — в пределах Тихоокеанского кольца, 2 — вне его; 3—4 — количество эпицентров землетрясений с очагами глубже 60 км: 3 — в пределах Тихоокеанского кольца, 4 — вне его; 5, 6 — то же, с очагами до 60 км: 5 — в пределах Тихоокеанского кольца, 6 — вне его

Асимметрична и Венера (диаметр 12 100 км): радиолокационные наблюдения 1967—1973 гг. показали, что там, подобно Земле, в южном полушарии сосредоточены более пониженные области, а в северном — более гористые и возвышенные.

В мощных атмосферах планет-гигантов — Юпитера, Сатурна, Нептуна — распределение полос и поясов, образованных быстрым вращением, асимметрично: в южном полушарии Юпитера находятся Большое Красное Пятно и Южное Тропическое возмущение, и центр его тяжести, по некоторым расчетам, смещен к югу. На Солнце асимметрично распределение пятнообразования и других процессов и структур.

Если бы геодинамическое поле небесных тел было изотропно, то и распределение геологических структур было бы равномерным и случайным, чего, как видно, нет. Общепланетарные особенности планет были предметом изучения планетологического (сначала — астрогеологического) направления в геологии, созданного и возглавленного Б. Л. Личковым<sup>(3, 4)</sup>. В. А. Цареградский, Г. Н. Каттерфельд, М. В. Стовас и др. развивали представление о существовании «критических» направлений, где происходят наиболее сильные и контрастные геологические процессы, приуроченные, в частности, к широтам 35 и 61° и к экватору. Возможность аналогичной зональности была показана для прошлых эпох при ином положении полюсов<sup>(7, 8)</sup> и для других планет. Однако конструкция критических параллелей, опиравшаяся на предположение о симметричном относительно экватора распределении ротационных сил, не могла объяснить, с одной стороны, частных региональных особенностей, осложняющих этот рисунок, а с другой — более общую черту — полярную асимметрию (диссимметрию) северного и южного полушарий.

Н. А. Козырев (1968 г.) предположил, что асимметрия является следствием сложения гравитационного поля с ходом времени, что не доказано и не опровергнуто. Не исключена и анизотропность космического пространства, которая, в соответствии с принципом П. Кюри, определила асимметрию небесных тел<sup>(10)</sup>. В. А. Пирогов<sup>(5)</sup> связывает в плане волновой геохимии асимметрию с однопольным движением вещества планеты к северу.

Масса небесного тела определяет силу тяжести, а последняя — объем геологических активных гидросферы и атмосферы. Чем больше сила тяжести, тем ближе к поверхности магматические очаги, тем больше объем ядра. Чем скорее вращается планета, тем активнее и упорядоченнее идут геологические процессы<sup>(5)</sup>. Отсюда геологическая активность, «развитость», дифференцированность небесного тела зависят от его массы и ско-

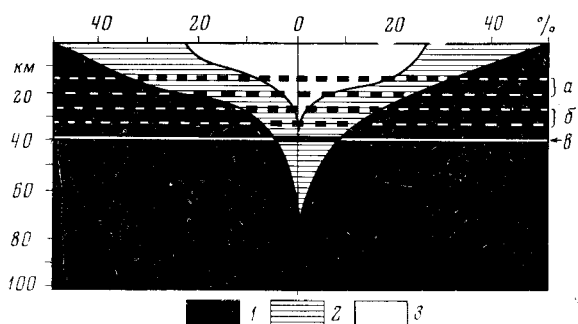


Рис. 3. График-разрез земной коры и сравнение распределения структур в южном (слева) и северном (справа) полушариях на разных ее глубинах (по вертикали) с распределением структур на поверхности других планет: *a* — Марс, *б* — Меркурий, *в* — Луна. 1 — мантия, 2 — базальтовый слой, 3 — гранитный слой

соотношение темного и светлого и, вероятно, свой специфический путь геологической эволюции.

Группа Луны, развитие тел которой выражается в излиянии шире пространственных в северном полушарии базальтов, включает Европу, Ио, Луну и Меркурий.

Группа Марса включает Каллисто, Ганпмед и Марс, на поверхность которого, как и на Луне, по-видимому, изливалась магма, однако площадь относительно молодых поверхностей в северном полушарии значительно больше и они в противоположность лунным светлые.

Особую группу составляет Венера и Земля <sup>(10)</sup>. Соотношение разных слоев Земли на разных глубинах сходно с чертами поверхности менее развитых небесных тел: распределение структур на Луне близко к распределению мантии и базальтового слоя на Земле на глубине около 35 км, Меркурий напоминает Землю на глубине 20–30 км, а Марс — на глубине 15–20 км (рис. 3).

По-видимому, геологические преобразования планет и их спутников происходят в северных полушариях интенсивнее. Объяснение этому явлению можно найти анализируя их собственное поступательное движение и вращение <sup>(5)</sup> или особенности анизотропии космического пространства <sup>(10)</sup>.

Геологический институт  
Академии наук СССР

Москва

Московский институт нефтехимической и  
газовой промышленности  
им. И. М. Губкина

Поступило  
26 III 1975

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. И. Вернадский, Химическое строение биосферы Земли и ее окружения, М., «Наука», 1965. <sup>2</sup> А. Дольфус, Планеты и спутники, М., ИЛ, 1963. <sup>3</sup> Б. Л. Личков, Зап. Геогр. общ. СССР, т. 19, Нов. сер., М.—Л., Изд-во АН СССР, 1960. <sup>4</sup> Б. Л. Личков, К основам современной теории Земли, Л., Изд-во ЛГУ, 1965. <sup>5</sup> В. А. Пирогов, Некоторые вопросы геотектоники в свете волновой геомеханики, Чита, Изд. Забайкальск. Геогр. об-ва СССР, 1972. <sup>6</sup> В. Г. Трифонов, П. В. Флоренский, В кн.: Проблемы геологии Луны, М., «Наука», 1969. <sup>7</sup> П. В. Флоренский, В сб.: IV совещ. по проблемам астрогеологии, Л., Изд. Геогр. об-ва АН СССР, 1962. <sup>8</sup> П. В. Флоренский, В кн.: Тез. докл. V совещ. по проблемам планетологии, Л., Изд. Геогр. об-ва АН СССР, 1965. <sup>9</sup> П. В. Флоренский, Е. И. Забелин, В кн.: Тез. докл. VI совещ. по проблемам планетологии, т. 2, Л., Изд. Геогр. об-ва АН СССР, 1968. <sup>10</sup> П. В. Флоренский, Е. И. Забелин, Природа, № 6, (1971). <sup>11</sup> Ю. А. Ходак, Ю. В. Гуль, В сб.: Симметрия в природе. Тез. докл. Ленингр. горн. об., Л., 1971. <sup>12</sup> Н. А. Штрейс, Сб.: Гондвана (Международн. геол. конгр. XXII сессия), М., «Наука», 1964. <sup>13</sup> Л. П. Шубаев, Географич. сб. XV, Астрогеология, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1962. <sup>14</sup> H. Masursky, J. Geophys. Res., v. 78, № 2 (1973). <sup>15</sup> B. C. Murray, M. J. S. Belton et al., Science, v. 185, 169 (1974).