ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ: ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆԴԵՍ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР. БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ АРМЕНИИ
т. XXX, № 11, 1977

УДК 513:548.12

А. Г. АРАРАТЯН

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ТОЛКОВАНИЕ ПРАВИЗНЫ-ЛЕВИЗНЫ В ЖИВОЙ ПРИРОДЕ

Дается геометрическое толкование правизны-левизны, а также некоторых состояний симметрии при помощи прямоугольных координат, системы октантов и соединения однозначных вершин. Разнозначные по одной координате октанты (и заключенные в них фигуры) являются зеркально-симметричными. Разнозначные по двум координатам (следовательно, однозначные по произведению) —конгруэнтны, трансляционно-симметричны. Разнозначные по всем трем координатам—инверсионные, неконгруэнтно-симметричные.

Представление о правизне-левизне, по всей вероятности, возникло в глубокой древности. Принято думать, что впервые это понятие упоминается за 5—6 веков до нашего летосчисления. Школой пифагорейцев был составлен список из десяти пар противоположных категорий, в котором четвертую пару составляют «правое и левое» [1]. Позже об этих понятиях писали многие, в том числе известный немецкий философ второй половины XVIII века Кант [2].

Начиная с середины XIX века правизной-левизной стали интересоваться также естественники. Особенно интересны опыты Пастера над вращением поляризованного света вправо или влево изомерами определенных веществ [3].

О правизне-левизне имеется большая литература. Одним из содержательных источников является книга Людвига [4]. Очень интересны рассуждения Вернадского [5, 6]. Много данных критически рассматриваются в книгах Шубникова [7]. Последним обзором по вопросам симметрии, в том числе также правизны-левизны, является книга Урманцева [8]. Названия многих других книг и статей по разбираемому вопросу можно найти в приводимых источниках.

Право-левая симметрия особенно широко распространена в живой природе—среди растений и животных. У растений она ясно видна на плагиотропных органах, растущих горизонтально или несколько косо, например, на некоторых корневищах, на большинстве листьев и др. Эти органы мысленно можно разделить вертикальной плоскостью на две зеркально-симметричные части—правую и левую. То же самое можно сказать о симметричных цветках, которые до последнего времени делили на две группы—актиноморфные и зигоморфные [9]. Симметрию актиноморфных цветков можно выразить формулой пп. Это значит, что они имеют не только ось определенного порядка п, но и плоскости симметрии в соответствующем числе. При этом каждая плоскость мыс-

лению делит венчик на две неконгруэнтно-симметричные половинки— правую и левую. У зигоморфных цветков нет оси, а лишь одна плоскость m, тоже делящая венчик на правую и левую половинки. Однако еще в прошлом столетии были описаны и изображены цветки с веерообразно скрученными одинаковыми билатеральными лепестками. Такие цветки с формулой n лишены плоскостей симметрии и названы аксиальными [10]. Они часто бывают скрученными в двух противоположных направлениях— вправо и влево, т. е. являются энантиоморфными. У некоторых растений лепестки аксиальных цветков бывают неравнобокими. Обычно на растении присутствуют оба энантиоморфа— как правые, так и левые [11, 12]. Но попадаются и такие виды, даже роды растений, у которых имеется лишь один из энантиоморфов, например, только левые цветки (виды барвинка Vinca).

У деревьев, растущих на открытых местах с неравномерным освещением или с односторонне господствующими ветрами, симметрия ствола nm или rem нарушается, так как центр приближается к наветренной стороне, и вследствие этого в стволе остается лишь одна плоскость m, совпадающая с направлением господствующих ветров и вертикально делящая ствол на правую и левую половинки [13].

Из беспозвоночных животных лишь те имеют билатеральную симметрию (право-левую), которые обладают способностью свободно передвигаться в определенных направлениях в воде, по суше или в воздухе, например, черви, некоторые мягкоклетные, членистоногие и др. Все позвоночные имеют билатеральную симметрию: у них тело мысленно делится сагиттальной плоскостью на правую и левую половинки [14].

П. Кюри рассматривал симметрию как состояние пространства [15]. Исходя из этого положения, мы пытаемся провести геометрический анализ зеркальной симметрии—правизны-левизны (и попутно трех других типов геометрической симметрии). Мы начинаем с прямоугольных координат x, y, z, пересекающихся в некоей точке пространства. Через x и y, x и z, y и z проводим плоскости, которыми пространство делится на восемь разнозначных, но равновеликих частей—октантов (рис. 1). Последние нумерованы: на передней половине № 1—4, на задней № 5—8. В таблице приводятся номера октантов, их тройные знаки и произведения этих знаков.

В качестве модели взято асимметрическое тело—прямоугольный разносторонний тетраэдр. Фигуры этого тела по октантам представляют отражения, согласно принципу зеркальной симметрии (рис. 2). Эти фигуры носят те же тройные знаки, что и октанты.

На рис. 2 раздельно приводятся передняя и задняя половинки системы октантов (рис. 2а и 2б). На первой все фигуры имеют +z, на второй —z. Ясно видно, что зеркально-симметричны соседние фигуры: если одна из них, например, № 1, со знаком произведения плюс, то соседняя, с какой бы стороны она не оказалась (№ 2, 4, 5), несет знак минус.

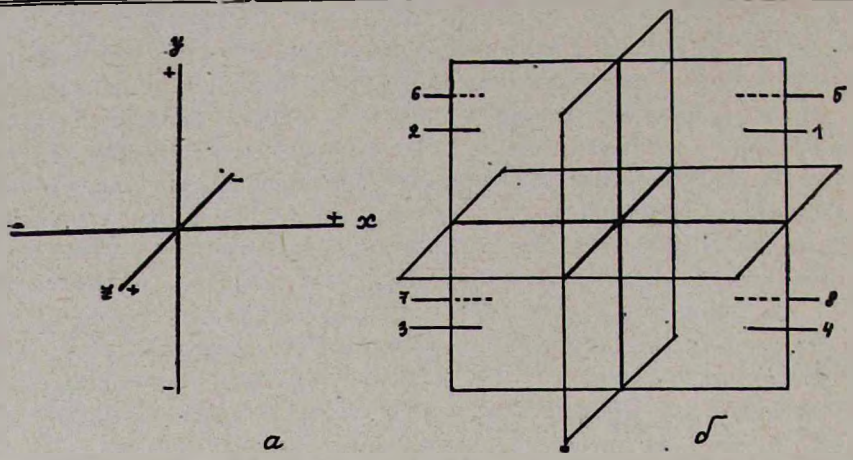

Рис. 1. а—прямоугольные координаты; б—через координаты проведены плоскости xy, xz, yz; цифрами 1—8 обозначены октанты.

Таблица 1

Октанты №	Знаки октантов			Произведения знаков
1	+	+	+	+
2	−	+	+	−
3	−	−	+	+
4	+	−	+	−
5	+	+	−	−
6	−	+	−	+
7	−	−	−	−
8	+	−	−	+

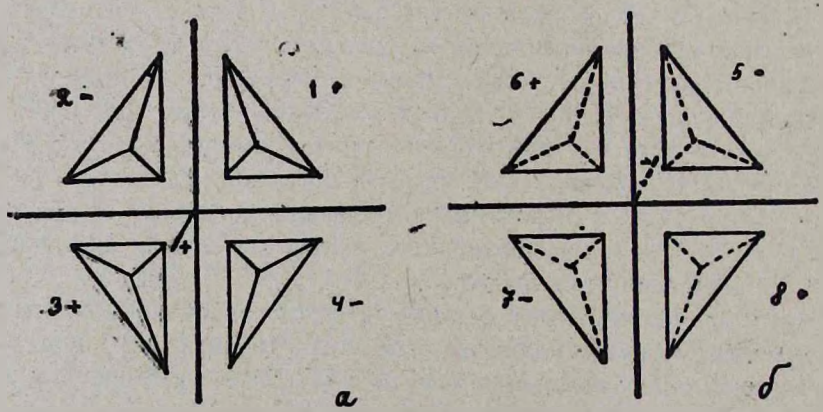

Рис. 2. а—передняя половина из 4 октантов (№ 1—4); б—задняя половина из 4 октантов (№ 5—8). В октантах по одной фигуре неравностороннего прямоугольного тетраэдра в качестве модели.

Энантиоморфные фигуры, т. е. фигуры раздельно существующие, но неконгруэнтно-симметричные, также несут разные знаки, так как, по

сути, они аналогичны зеркально симметричным. Равнозначные фигуры являются трансляционно-симметричными: например, конгруэнтны фигуры +1, +3, +6 и +8, или же —2, —4, —5 и —7. Конгруэнтность выявляется также при вращении фигур вокруг координат. Поворотом вокруг оси x совмещаются +1 с +8, —2 с —7, +3 с +6 и —4 с —5, вокруг оси y —+1 с +6, —2 с —5, +3 с +8 и —4 с —7, а вокруг оси z—+1 с +3, —2 с —4, —5 с —7 и +6 с +8. Эти операции показывают, что плюс-фигуры могут совмещаться друг с другом так же, как и минус-фигуры.

Если мы отметим в каком-нибудь октанте точку, находящуюся на равном расстоянии от всех трех поверхностей, затем путем отражения определим соответствующие точки во всех остальных октантах, то получатся восемь вершин некоторого куба. Путем их соединения двенадцатью линиями (ребра) получим фигуру самого куба. На рис. 3, во избежание путаницы, ребра куба не изображены.

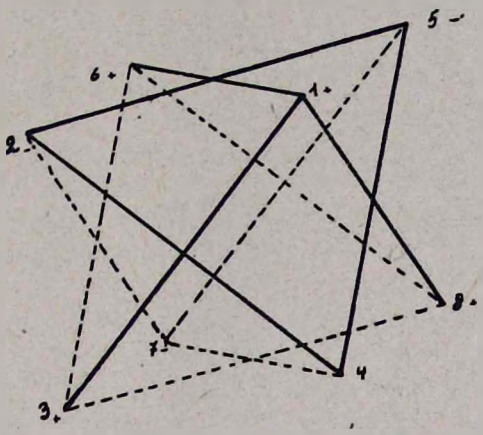

Рис. 3. Два равносторонних и равных тетраэдра, полученные вследствие соединения раздельно плюс-вершин и минус-вершин куба: нижнелевый тетраэдр—+1, +3, +6, +8; верхнеправый тетраэдр——2, —4, —5, —7.

Соединим четыре плюс-вершины (+1, +3, +6, +8) шестью ребрами; так же поступим с четырьмя минус-вершинами (—2, —4, —5, —7). Получим два равносторонних и равновеликих, но разнозначных плюс- и минус-тетраэдра, расположенных по зеркально-поворотной оси: два тетраэдра зеркально-симметричны, но с поворотом на 60°. Таким образом, правая и левая фигуры во всех рассмотренных случаях неравнозначны.

Трансляционные, конгруэнтные фигуры можно выявить и при помощи серии зеркальных отражений [7].

В октантной системе мы встречаемся также с явлением отражения в точке, с инверсией. Инверсия наблюдается между +1 и —7, —2 и +8, +3 и —5, —4 и +6. Если попарно сложить их первичные знаки, то во всех четырех парах окажется равное количество, по три, плюс- и минус-знаков.

При координатах не под прямым, а под другими углами оси симметрии были бы не II или IV порядков, а III, VI и др.

В заключение можно сказать, что при разборе системы прямоугольных координат выводится не только плоскость—элемент зеркальной симметрии, правизны-левизны, но и все другие три типа элементов симметрии—оси, точки и зеркально-поворотные оси. При отражении в осях мы имеем дело с трансляцией, при точке—с инверсией, при зеркально-поворотной оси—с зеркальной симметрией, но с поворотом на определенный угол, в нашем случае на 60°. При трансляции все фигуры однозначны (плюс или минус), при остальных типах симметрии—зеркальной, инверсионной и зеркально-поворотной—сопряженные фигуры разнозначны.

Поступило 31.I 1977 г.

Ա. Գ. ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ

ԿԵՆԴԱՆԻ ԲՆՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ ԱՋԻ–ՁԱԽԻ ԵՐԿՐԱՉԱՓԱԿԱՆ ՄԵԿՆԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Հետազոտությունը կատարված է ուղղանկյուն կորդինատների, օկտանտների սիստեմի և պլյուս ու մինուս գագաթները առանձին միացնելու շնորհիվ։ Հայելային սիմետրիայի դեպքում աջ և ձախ պատկերները տարբերվում են պլյուս և մինուս նշաններով միայն մեկ ուղղությամբ։ Նույնանշան արտադրյալներ ունեցող պատկերները համատեղվող են և ունեն տրանսլյացիոն սիմետրիա։ Երեք ուղղություններով տարբեր նշաններ ունեցող պատկերները տարբերանշան արտադրյալներ ունեն. դրանց սիմետրիկ վիճակը կոչվում է ինվերսիա։ Եթե պլյուս և մինուս գագաթները առանձին իրար միացնենք, կստացվեն երկու հավասարակողմ և իրար հավասար տետրաեդրներ, որոնք ունեն հայելային-շրջադարձային սիմետրիա։

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. История античной диалектики. М., 1972.
2. *Кант И.* Сочинения, II, М., 1964.
3. *Пастер Л.* Избранные труды, 1, М., 1960.
4. *Людвиг* (Lüdwig W. Das rechts-links Problem in Tierreich und beim Menschen. Berlin, 1932).
5. *Вернадский В. И.* Проблемы биогеохимии, IV. О правизне и левизне. М.—Л., 1940.
6. *Вернадский В. И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1965.
7. *Шубников А. В.* и *Копцик В. А.* Симметрия в науке и искусстве. М., 1972.
8. *Урманцев Ю. А.* Симметрия природы и природа симметрии. М., 1974.
9. *Федоров Ал. А., Артюшенко З. Т.* Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок. Л., 1975.
10. *Урманцев Ю. А.* Изв. АН СССР, сер. биол., 1, 1965.
11. *Араратян А. Г.* Биологический журнал Армении, 21, 11, 1968.
12. *Араратян А. Г.* Биологический журнал Армении, 29, 3, 1975.
13. *Шафрановский И. И.* Симметрия в природе. Л., 1968.
14. *Гиляров М. С.* Зоол. журн., 23, вып. 5, 1944.
15. *Кюри П.* Избр. тр. М.—Л., 1966.