Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. /XXX1, 1979 г.

УЧЕНИЕ О КРИВОЛИНЕЙНОЙ СИММЕТРИИ ПО Д.В.НАЛИВКИНУ

И.И.ШАФРАНОВСКИЙ

„Элементы симметрии органического мира", - под таким названием была опубликована в 1925 г. первая статья Д.В.Наливкина о криволинейной симметрии [5].

Это небольшое сочинение (7 страниц текста) открыло принципиально новые и неожиданные горизонты в науке. Прежде всего, оно безгранично раздвинуло рамки классической симметрии, разработанной кристаллографами и геометрами, и показало необходимость расширенного и углубленного подхода к симметрийным закономерностям. Тем самым было положено начало тому новаторскому научному направлению, которое ознаменовалось появлением ряда оригинальных концепций в виде симметрии подобия и антисимметрии А.В.Шубникова, гомологии В.И.Михеева, цветной симметрии Н.В.Белова, А.М.Заморзаева и др.

В истории науки это развивающееся направление навсегда связано с именем его зачинателя - Д.В.Наливкина. Не ограничиваясь чисто геометрической стороной вопроса, Дмитрий Васильевич, как подлинный натуралист, пришедший к своему открытию на основе изучения палеонтологического материала, адресовал свое сообщение в первую очередь естествоиспытателям. Об этом красноречиво свидетельствует само название статьи, а также то, что она была опубликована на страницах „Известий Биологического научно-исследовательского института при Пермском университете". Обращаясь к исследователям, Дмитрий Васильевич советовал широко применять выдвинутые им новые симметрийные понятия при изучении и точной характеристике объектов живой природы. Впоследствии оказалось, что законы криволинейной симметрии не ограничиваются собственно органическими телами, но нередко обнаруживаются и на реальных (искаженных) кристаллических образцах. Таковы, например, скрученные кристаллы кварца, седловидные фигуры доломита, искривленные границы между внутренними секторами - пирамидами роста - кристаллов и т.д.

В настоящее время универсальность криволинейной симметрии, реализующейся как в живом, так и в неорганическом мире, не вызывает сомнений. Однако особенно наглядно проявляется она в живой природе. Здесь учет симметрийных элементов приводит к широчайшим обобщениям, характеризующим динамику законов эволюции живого мира. Перед криволинейной симметрией рас-

крываются поистине безграничные перспективы, связанные с ее дальнейшим идейным развитием и практическим использованием.

Цель настоящей статьи рассмотреть уже достигнутые успехи на данном пути, а также наметить наиболее важные проблемы, ждущие своего разрешения с помощью теоретических положений, выдвинутых Д.В.Наливкиным.

До этого, однако, необходимо напомнить вкратце содержание первой публикации о криволинейной симметрии упомянутой выше замечательной статьи «Элементы симметрии органического мира". Несмотря на то что со времени ее появления протекло свыше полстолетия, она и до сих пор поражает читателя свежестью содержания, смелостью идей, а также значением полученных выводов.

Статья открывается следующим определением: „Формы органического мира и формы неорганического мира обладают основным признаком: закономерностью и симметричностью строения. Главное различие между ними: в формах неорганических преобладают плоскости и прямые, а в формах органических - кривые поверхности и кривые линии. Формы неорганические определяются и зависят от определенных совокупностей элементов симметрии. Эти элементы: прямые оси симметрии и плоскости. Органические формы также определяются и зависят от элементов симметрии, но среди этих элементов преобладают кривые оси симметрии и кривые поверхности симметрии. Кристаллы обладают прямолинейной симметрией, а организмы - криволинейной симметрией" [5, с.291].

В приведенной цитате, четко намечающей разницу в симметрийной характеристике органических и неорганических образований, криволинейная симметрия полностью отнесена к живой природе. Здесь, однако, следует сделать оговорку. Такое определение будет справедливым только в том случае, если к неорганическим природным телам относить лишь идеальные кристаллы с ненарушенной структурой и однородностью сложения. Как уже отмечалось, искаженные и усложненные формы реальных кристаллических тел зачастую обнаруживают наличие криволинейной симметрии. Область ее проявления оказалась значительно шире, чем это представлялось в то время ее первооткрывателю.

Далее Дмитрий Васильевич предлагает свое „аналитическое определение симметрии": „Симметричной называется фигура, одна часть которой выражается некоторой функцией, а другая - той же функцией, но с обратным знаком" [5, с.291].

Это определение отличается от классических определений Е.С.Федорова, Г.В.Вульфа, А.К.Болдырева и других ученых, которые утверждают, что симметричные фигуры должны состоять обязательно из равных, закономерно повторяющихся частей, связанных привычными нам элементами симметрии. По Д.В.Наливкину классические плоскостные и прямолинейные элементы симметрии представляют частные случаи элементов криволинейной симметрии в виде изогнутых плоскостей и осей симметрии. При этом повторяющиеся соответственные части фигуры могут быть и неравными.

Принципиально важное значение имеет следующее положение: „Из каждой симметричной фигуры можно получить бесконечное число других симметричных

фигур, путем изменения элементов симметрии" [5, с.292]. Процессы таких изменений соответствуют механическим деформациям: сдавливанию и растяжению, изгибу, кручению. Получающиеся в результате „симметричные производные" дают возможность:„1) устанавливать связь между отдельными фигурами и их совокупностями, там где она казалось бы совершенно отсутствовала; 2) выводить уравнение таких фигур, понять которые, не зная процесса их образования, весьма трудно; 3) характеризовать целые ряды генетически связанных фигур, по изменению одной составной их части - элементов симметрии" [5, с.292].

Процитированные тезисы выдвигают на первый план динамику переходов от классической симметрии к криволинейной. В описании „способа построения симметричных фигур" приведены графические построения, наглядно иллюстрирующие подобные переходы. Далее Д.В.Наливкин переходит к природным объектам, уделяя основное внимание распространенности криволинейно-симметричных фигур в органическом мире.

Применение понятий криволинейной симметрии к палеонтологическому материалу привело Д.В.Наливкина к следующему основополагающему выводу: „Анализируя строение животных в различные периоды истории земли, можно сделать следующее обобщение: чем древнее группа, тем проще ее элементы симметрии" [5, с.294]. Иными словами, у древнейших групп превалируют элементы классической симметрии, а также элементы криволинейной симметрии с незначительной кривизной. Дальнейшая эволюция уничтожает бо́льшую часть классических элементов и постепенно увеличивает кривизну изогнутых плоскостей и осей симметрии. Сформулированный выше вывод иллюстрируется примерами симметрийной эволюции брахиопод, гастропод, четырехжаберных цефалопод: „Наиболее примитивные и древнейшие типы: простейшие и кишечнополостные, отличаются наибольшим развитием простых элементов симметрии" [5, с.295].

Роль криволинейной симметрии в явлениях филогенезиса, онтогенезиса и наследственности, - таковы проблемы, обсуждающиеся в последующем тексте статьи. в истории развития данной группы удерживаются, т.е. передаются по наследству только те изменения, которые связаны с изменением элементов симметрии" [5, с.296], - так формулирует Дмитрий Васильевич вывод о взаимосвязи наследственности и симметрии.

Подводя итоги, Дмитрий Васильевич перечисляет все элементы симметрии, которые необходимо применять при изучении форм органического мира. К ним относятся центр симметрии, оси вращения, плоскости симметрии, кривые оси и кривые поверхности симметрии.

В заключение Д.В.Наливкин пишет: „Горизонты в изучении форм органического мира, открываемые применением криволинейной симметрии, очень широки" [5, с.296]. Вместе с тем здесь возникают существенные трудности, связанные со строго математической трактовкой законов природной криволинейности. Однако „не менее часты случаи, когда применение криволинейной симметрии легко и просто, а затем, даже если оно и трудно, то все-таки оно дает возможность приступить к разрешению таких вопросов, которые раньше были неразрешимы. В этом и заключается основное значение криволинейной симметрии" [5, с.296].

Этими знаменательными словами Д.В.Наливкин заканчивает свое новаторское выступление.

Появление замечательной статьи прежде всего привлекло внимание специалистов - кристаллографов, развивавших теорию симметрии. Проф. А.К.Болдырев, автор знаменитого вывода элементов классической симметрии, сподвижник Д.В.Наливкина по учебе и преподаванию в Ленинградском горном институте, дал высокую оценку статьи своего коллеги: „Д.В.Наливкин, как палеонтолог, занялся вопросом о симметрии организмов. Он установил понятие о криволинейной симметрии, т.е. симметрии тел относительно криволинейных поверхностей (и кривых линий). Это талантливое и важное обобщение..." [I, с.I66].

В I926 г. в Записках Минералогического общества появилась статья, приуроченная к столетию сочинения Н.И.Лобачевского „О началах геометрии" и специально посвященная криволинейной симметрии. В ней дана попытка осветить новые понятия с точки зрения Новой геометрии (по Е.С.Федорову).

Четверть века спустя, в I95I г., в сборнике „Кристаллография" была опубликована вторая статья Д.В.Наливкина о криволинейной симметрии [6]. В ней уточняются сформулированные прежде положения, приводятся новые поясняющие построения и примеры.

В этом же сборнике помещены „Замечания к статье Д.В.Наливкина „Криволинейная симметрия" проф. В.И.Михеева [3], создававшего в то время свою теорию гомологии кристаллов[x]. Прежде всего В.И.Михеев дает высокую оценку статье Д.В.Наливкина: „Огромная ценность работы Д.В.Наливкина состоит в расширении понятия симметрии, открывающем новые горизонты в изучении органического мира. Эти обобщения в учении о симметрии окажутся плодотворными и в области кристаллографии" [3, с.25].

Критические замечания В.И.Михеева касаются терминологии, примененной Дмитрием Васильевичем, в них обсуждается правомерность самого термина „криволинейная симметрия". С позиций Новой (проективной) геометрии Е.С.Федорова, криволинейную симметрию следовало бы отнести к гомологии. Однако термин „криволинейная симметрия" настолько утвердился в литературе, что заменять его другими, даже более строгими и точными, уже нет смысла. Кроме того, критические замечания В.И.Михеева касаются также и таких терминов, как „видимая симметрия" Е.С.Федорова и „симметрия подобия" А.В.Шубникова, прочно утвердившихся в науке.

Криволинейной симметрии посвящен специальный параграф в монографии В.И.Михеева „Гомология кристаллов", вышедшей в I96I г., уже после безвременной кончины ее автора [4]. Этот параграф открывается следующими словами: „Исключительно большое значение в расширении учения о симметрии имеют две работы Д.В.Наливкина, посвященные симметрии форм органической природы" [4, с.27].

---

[x] Гомология однозначное соответствие между фигурами, при котором соответственные элементы фигур являются однородными, но не обязательно равными. Отражение в плоскости гомологичности может осуществляться с помощью не перпендикулярных, а косых лучей, точки вокруг осей гомологичности могут вращаться в плоскости не перпендикулярной, а косой относительно оси и не только по кругам, но и по эллипсам.

В 1964 г. автор настоящей статьи выступил с небольшой заметкой, в которой отмечалась возможность расширить и углубить универсальный принцип симметрии П.Кюри с помощью криволинейной симметрии Д.В.Наливкина [8].

Напомним, что, согласно Кюри, внешняя форма какого-либо природного объекта (растения, животного, кристалла) неминуемо несет на себе следы симметрии породившей его среды с присущими ей движениями и физическими особенностями. Среда налагает свой отпечаток на формирующийся в ней объект, причем симметрия ее накладывается на симметрию объекта. При этом часть элементов симметрии последнего внешне исчезает: его форма сохраняет только те элементы собственной симметрии, которые совпадают с элементами симметрии среды. П.Кюри придавал особое значение совокупности исчезнувших элементов симметрии данного объекта. Такую совокупность он называл диссимметрией. „Это она, диссимметрия, творит явления!" - восклицал он [10]. Вместе с тем учение о криволинейной симметрии вносит существенно новое в принцип Кюри. Оказывается, часть элементов собственной симметрии, не совпавших с элементами симметрии среды, в процессе формирования тела вовсе не исчезает, а переходит в элементы криволинейной симметрии. Тем самым к принципу симметрии П.Кюри добавляется закон сохранения симметрии - с обязательным учетом не только элементов классической симметрии, но и элементов криволинейной симметрии Д.В.Наливкина.

В той же заметке автора подчеркивалось универсальное значение законов криволинейной симметрии, проявляющихся не только на телах органического мира, но и на формах неживой природы (фигуры искаженных кристаллов, контуры барханов и др.).

Принцип симметрии Кюри совместно с учением о криволинейной симметрии приводит к широким обобщениям, касающимся эволюции симметрии форм органического мира.

Для простейших, находящихся во взвешенном состоянии в формирующей их среде, симметрия последней отвечает симметрии шара $\infty L_\infty \infty PC$ Такая симметрия позволяет сохраняться всем элементам собственной симметрии объекта. Отсюда наибольшее развитие в них классических элементов симметрии, уже отмеченное Д.В.Наливкиным. Для растений и радиально-лучистых животных симметрия среды соответствует симметрии поля земного тяготения, которая, по П.Кюри, отвечает симметрии конуса $L_\infty \infty P$ и обусловливает соответственную симметрию производных форм типа $L_n nP$.

Наконец, формы двигающихся прямолинейно высших представителей животного мира сохраняют одну из бесконечного числа вертикальных плоскостей симметрии конуса P. Следовательно, схему эволюции симметрии форм органического мира можно изобразить в виде следующей симметрийной последовательности [7, 9]:

Симметрия среды	$\infty L_\infty \infty PC \longrightarrow L_\infty \infty P \longrightarrow P$	
Симметрия форм (внешних)	Все виды конечной симметрии $\longrightarrow L_n nP \longrightarrow P$	(или -)

Однако дело не ограничивается этой схемой. Мы знаем, что для движущихся тел или сред исчезающие элементы классической симметрии переходят в элементы криволинейной симметрии. Обозначая эти элементы соответственными буквами со штрихом, можно изобразить часть предыдущей схемы в уточненном и развернутом виде:

$$L_n n P \longrightarrow L'_n P(n-1)P'$$

Советские геометры (школа А.М.Заморзаева в Кишиневском университете) разрабатывают строго математическую трактовку теоретических положений Д.В.Наливкина. На основе этих же положений П.Л.Дубов развивает новое учение о локальной симметрии с широким ее приложением к точной характеристике природных объектов [2].

В ближайшем будущем методика криволинейной симметрии ляжет в основу строго математического изучения объектов живого мира и неорганической природы.

Криволинейная симметрия, созданная Д.В.Наливкиным, раскрывает перед натуралистами необъятные горизонты и безграничные возможности углубленного познания природных законов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болдырев А.К. Обзор работ по кристаллографии в СССР за десятилетие с 1917 по 1927 г. – Зап. Всесоюз. минералогич. о-ва, 1928, ч.57, вып. 2, с. 163–188.

2. Дубов П.Л. Локальная симметрия и некоторые ее приложения. – В кн.: Кристаллогенезис и процессы минералообразования. Материалы Всесоюз. конф. 1976 г. Л., изд. ЛГИ, 1976, .44–52.

3. Михеев В.И. Замечания к статье Д.В.Наливкина „Криволинейная симметрия". – В кн.: Кристаллография. Труды Федоровской научной сессии 1949 г. Изд. ЛГИ, 1951, с. 25–31.

4. Михеев В.И. Гомология кристаллов. Л., Гостоптехиздат, 1961, 208 с.

5. Наливкин Д.В. Элементы симметрии органического мира. – Изв. Биологического научно-йссл. ин-та при Пермском университете, 1925, т. 3, вып. 8, с. 291–297.

6. Наливкин Д.В. Криволинейная симметрия. – В кн.: Кристаллография. Труды Федоровской научной сессии 1949 г. Изд. ЛГИ, 1951, с. 15–23.

7. Спасский Н.Я., Кравцов А.Г. Эволюция животных и симметрия. – В кн.: Симметрия в природе. Тезисы докладов к совещанию (25–29 мая 1971 г.). Л., изд. ЛНТГО, 1971, .367–370.

8. Шафрановский И.И. К вопросу об уточнении универсального принципа симметрии Кюри. – Зап. Всесоюз. минералогич. о-ва, 1964, ч. 23, вып. 4, с. 460–463.

9. Шафрановский И.И. Симметрия в природе. Л., Недра, 1968, с. 182–183.

10. C u r i e P. Oeuvres de P.Curie. Paris, 1908, p.118–141.