

*СИСТЕМА*

---

**Fm Md No**

---

*СИММЕТРИЯ*

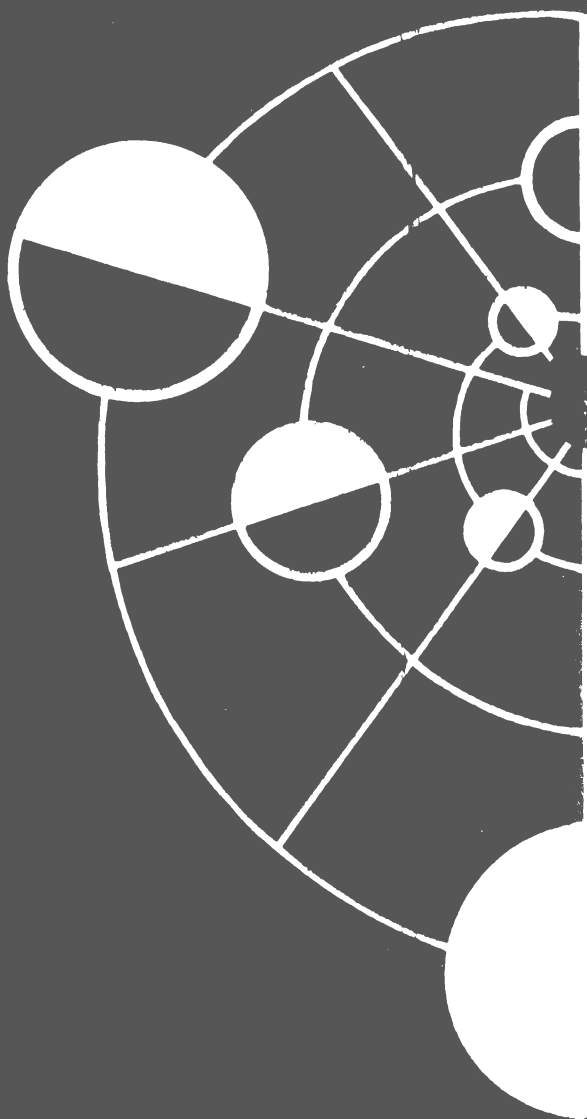
---

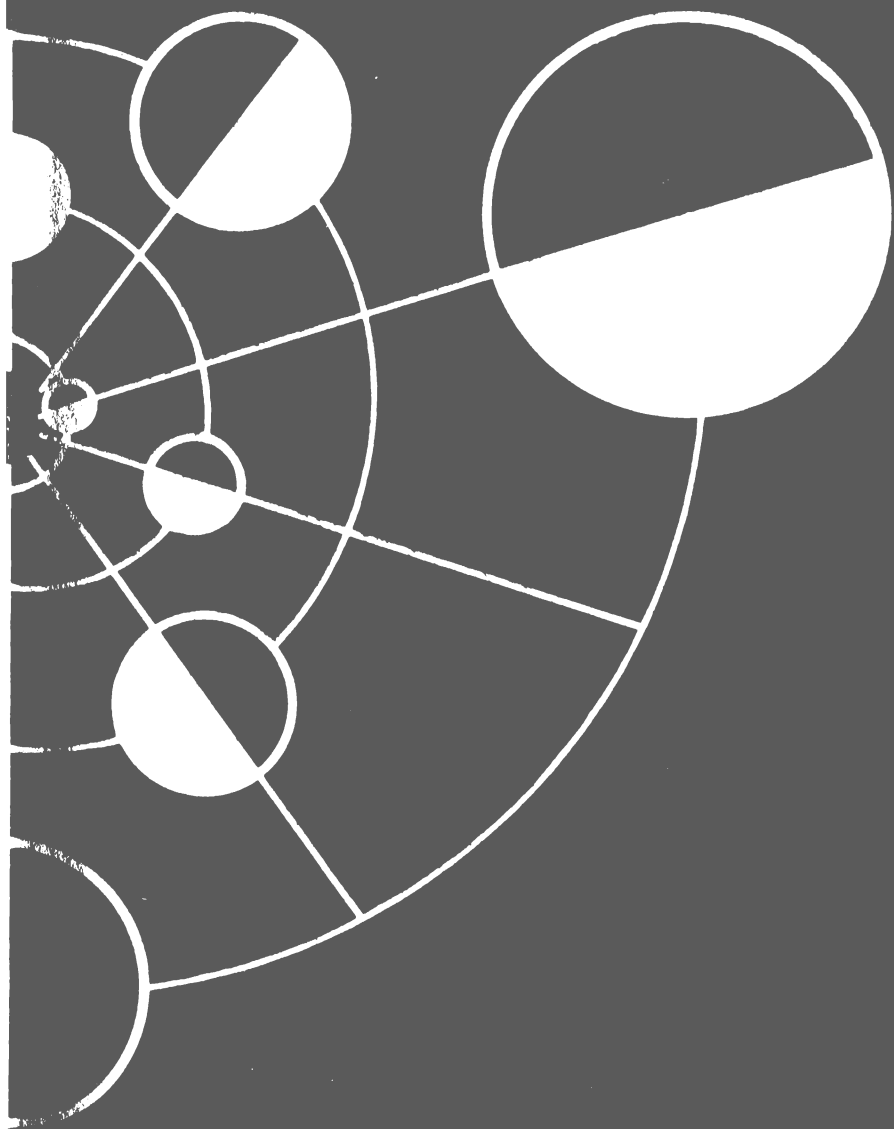


*ГАРМОНИЯ*

---









# *СИСТЕМА СИММЕТРИЯ ГАРМОНИЯ*



МОСКВА «МЫСЛЬ» 1988

ББК 20

С 40

РЕДАКЦИИ ФИЛОСОФСКОЙ  
ЛИТЕРАТУРЫ

Под редакцией  
*В.С.Тюхтина, Ю.А.Урманцева*

Рецензенты:  
д-р филос. наук *С.А.Пастушный*,  
д-р филос. наук *А.И.Уемов*

С  $\frac{0302020100-183}{004(01)-88}$  6-87

ISBN 5-244-00190-6

© Издательство «Мысль». 1988

В период, когда вся страна встала на путь ускорения социально-экономического развития, резко возросла роль не только общественных, естественных и технических наук, но и методологических разработок на всех уровнях. Понятно, что обновление и оптимизация средств материального производства невозможны без обновления и оптимизации средств духовного производства. Поэтому создание новых подходов и методов, обновление концептуального и операционного, логико-математического и экспериментального оснащения науки становится важнейшей задачей специалистов — ученых и методологов.

В последние полтора-два десятилетия теоретический уровень научных — фундаментальных и прикладных — исследований заметно возрос благодаря использованию системных средств познания, начиная от философского принципа системности, общенаучного системного подхода, вариантов общей теории систем (ОТС) и кончая системным анализом. Пожалуй, переломным моментом в разработке этих средств стало создание разных вариантов ОТС, имеющих свой концептуальный и логико-математический аппарат, а также свои методологические предпосылки. В первую очередь к этим вариантам относятся выдержавшие серьезное испытание временем ОТС М. Месаровича, А. И. Умова и Ю. А. Урманцева.

Эта книга, посвященная системе, симметрии, гармонии, имеет не три, а четыре связанные друг с другом грани. Поэтому она подобна тетраэдру — одному из пяти обладающих совершенной симметрией платоновых тел, — представленному в «Тимее» как образ... огня.

«Основанию» этого тетраэдра соответствует первая глава книги, в которой проф. В. С. Тютин анализирует с позиций диалектического материализма общее состояние современных системных исследований, развивает новые идеи об аналитически-, собирательно- и синтетически-общих понятиях и теориях; критически сопоставляет — прежде всего с точки зрения этих идей — ОТС М. Месаровича, А. И. Умова и Ю. А. Урманцева, отдавая предпочтение последней. Второй грани тетраэдра соответствует ОТС Ю. А. Урманцева, изложенная в двух главах книги. Третьей и четвертой граням тетраэдра отвечают работы по симметрии и гармонии, написанные учеными различных специальностей.

Продолжая далее аналогию с тетраэдром, можно сказать, что шесть его ребер — места пересечения граней — выражают связь между философами, системологами и естествоиспытателями, а четыре его вершины — точки пересечения ребер — теоретические и практические результаты их деятельности в философии, системологии, симметрологии и эстетике.

Однако тетраэдр «указывает» и на нечто большее, чем грани, ребра и вершины, — на закон их композиции именно в тетраэдр, а не в какую-либо другую геометрическую фигуру. В данной книге в роли такого закона, komponующего все ее главы в *«системный тетраэдр»*, выступает ОТС-подход, развитый Ю. А. Урманцевым и используемый ее авторами.

Согласно закону системности ОТС, «любой объект есть объект-система и любой объект-система принадлежит хотя бы одной системе объектов одного и того же рода». Поскольку в этой теории под «объектом» понимается любой предмет как объективной, так и субъективной реальности, то данный закон позволяет установить необычное и вместе с тем глубокое единство между объектами, внешне мало сходными друг с другом: тувинскими танцами, евклидовой геометрией, игрой в футбол, взаимодействием, устойчивостью кукурузы к засухе, матрешками, фотосинтезом, квантовой физикой, способом производства.

В каждом из них, в частности в евклидовой геометрии — объекте концептуальном, игре в футбол — объекте спортивном, матрешке — объекте эстетическом, формуле  $E = m \cdot c^2$  — законе природы, способе производства — объекте социальном, в известном смысле (т. е. с точностью до изоморфизма) можно выделить одно и то же:

(1) строящие их *«первичные»* (т. е. рассматриваемые как «неделимые» на данном уровне исследования) элементы: «точки», «прямые», «плоскости» — в евклидовой геометрии; поле, пару ворот, мяч, по 11 игроков в каждой из двух команд, судью на поле — в игре в футбол; матрешки — в матрешке; две переменные и одну постоянную — в формуле  $E = m \cdot c^2$ ; производительные силы и производственные отношения — в способе производства;

(2) *отношения единства, связи между элементами*, скрепляющие их в одно целое: отношения «лежит на...», «между», «конгруэнтны» — в евклидовой геометрии; отношения игрового соперничества — в футболе; отношение принадлежности — в матрешке; отношения равенства и прямой пропорциональности — в формуле  $E = m \cdot c^2$ ; социально-экономические отношения — в способе производства;

(3) *условия, ограничивающие отношения единства, или так*



*называемые законы композиции:* аксиомы связи, порядка, конгруэнтности, непрерывности, параллельности и следующие из них теоремы — в случае евклидовой геометрии; правила игры, за соблюдением которых следит судья на поле, — в случае футбола; условие принадлежности одной матрешки другой в порядке от меньшей к большей — в случае матрешки; условие равенства  $E$  именно  $m \cdot c^2$ , а не, скажем,  $m \cdot c^3$  — в формуле Эйнштейна; закон соответствия производственных отношений характеру и уровню развития производительных сил — в способе производства;

(4) *неизбежную принадлежность каждого из них хотя бы одной системе объектов одного и того же рода:* в случае евклидовой геометрии ее принадлежность системе геометрий Евклида, Лобачевского — Больяи, Римана, Гильберта, Картана, Вейля, Схоутена, Бахмана и др.; в случае игры в футбол — системе игр с мячом, включающей в себя футбол, гандбол, волейбол и т. д.; в случае матрешки — системе иерархических систем, которой принадлежит и популярный среди геологов ряд «минерал  $\subset$  порода  $\subset$  геотектоника  $\subset$  геосинклиналь  $\subset$  геосфера» (где  $\subset$  — знак включения); в случае формулы  $E = m \cdot c^2$  — системе формул специальной теории относительности; в случае способа производства — системе способов производства (первобытнообщинного, рабовладельческого, феодального, капиталистического, коммунистического).

Видимая легкость, с которой здесь раскрыта системная природа и тем самым системное единство качественно различных природных и социальных объектов, не случайна. Она обусловлена неявным использованием описанных в книге принципиально новых ОТС-средств познания — *системной парадигмы, системного идеала, системного метода*.

В изложенном в «Системе. Симметрии. Гармонии» виде *системная парадигма* отождествляется с самой ОТС — сложной теорией, включающей в себя предпосылки, основные понятия (объекта-системы, системы объектов одного и того же рода, абстрактной системы), десятки новых учений, общесистемных законов, категорий, алгоритмов.

*Системный идеал* является предельно концентрированным выражением системной парадигмы. Он требует представления любого объекта в виде объекта-системы в системе объектов одного и того же «рода», выявления в последней эмерджентных признаков — вещей, свойств, отношений, процессов, явлений, законов; поли- и изоморфизма, симметрии и диссимметрии; отношений противоречия и непротиворечия, всех или части форм изменения, развития, сохранения, действия, отношения материи. В книге показано, что при таком понимании системного идеала

причинно-следственный, структурно-функциональный, историко-эволюционный идеалы становятся его подидеалами.

*Системный метод* предоставляет исследователю алгоритмизированные средства для удовлетворения требований системного идеала. Этот метод в книге сформулирован таким образом, что он включает в себя в качестве своих подметодов также хорошо известные науке традиционные способы изучения — экспериментальный, теоретический, индуктивный, дедуктивный и др.

Системная парадигма, системный идеал, системный метод пригодны для изучения вещей, свойств, отношений, процессов, явлений, законов любой природы. На примере впервые построенных конкретных систем — форм изменения и развития, действия и отношения материи — в книге детально показано, что изучение объектов неживой, живой природы и общества в виде объектов-систем в нерасторжимой связи с соответствующими им системами объектов одного и того же рода приводит к существенно нетрадиционным способам формулировки законов природы, предсказаний и открытий, решения задач и объяснения явлений, обнаружения и исправления ошибок, математизации, системологизации и диалектизации науки. Все это в конечном счете может обернуться резким повышением эффективности научной работы и преподавания, фундаментальным познавательным выигрышем.

Весьма наглядным подтверждением этого может служить, например, история формулировки периодического закона системы химических элементов, предсказания существования новых элементов; исправления ошибок в определениях атомных весов некоторых из них, развития и преподавания «Основ химии» Д. И. Менделеевым. Все это великим химиком было сделано в нерасторжимой связи с им же построенной системой химических элементов!

Таким образом, системная парадигма, системный идеал и системный метод — это новые средства интенсификации духовного производства.

В главах, написанных В. С. Тюхтиным и Ю. А. Урманцевым, рассматривается связь ОТС с диалектическим материализмом. Ими подчеркивается основополагающая роль материалистической диалектики для развития ОТС — и в качестве источника ее предпосылок, и в качестве философского метода, в соответствии с которым построена ОТС, с одной стороны, как теория единства и «борьбы» системных противоположностей — системы и хаоса, полиморфизма и изоморфизма, симметрии и диссимметрии, ..., с другой стороны, как теория возникновения, существования, изменения и развития систем природы, общества и мышления, как теория, содержащая в качестве своей органической части *эволюционику* — системное учение о развитии.

В этих главах раскрыто также значение «обратной связи» — роли ОТС для конкретизации учений, законов и категорий диалектического материализма, расширения ее понятийного и категориального аппарата. Это позволило заключить, что между диалектическим материализмом и ОТС реализуется отношение не совпадения, а изменяющегося во времени частичного пересечения.

Серьезное внимание в книге уделено приложениям ОТС, представленным новыми подходами, концепциями, теориями, разработанными посредством и ОТС авторами данного труда. Их исследования, несомненно, имеют и самостоятельное значение. Большую часть книги составляют именно новые подходы и концепции, способствующие развитию науки и философии.

Кандидат биологических наук биофизик Ю. С. Ларин — автор названия новой науки «эволюционики» — остро ставит вопрос о поиске и открытии законов возникновения сложного из простого. Исходя из основного закона ОТС — закона системных преобразований, он предлагает читателю собственный вариант эволюционики, ядром которой является сформулированный им принцип *системного морфогенеза*.

В. Я. Далин (по образованию химик) специализируется на методологических проблемах науки. Основываясь на законах ОТС — законах соответствия, симметрии и системного сходства, он развивает оригинальные представления о *сходстве по аналогии и гомологии, элиминации и реликвимации*. Эти представления используются им как для последовательной критики методологии антропоморфизма, доказательства ее негативной роли прежде всего для теоретической биологии, так и для формулировки условий преодоления антропо- и зооморфизации науки.

И. П. Шарапов — доктор геолого-минералогических наук — одним из первых начал применять в геологии системные и логико-математические методы, что привело его к развитию *метагеологии и зитоологии* (общей науки о методах поиска и разведки месторождений полезных ископаемых). В присущей ему острой, полемической форме он анализирует с позиций ОТС представления о минерале, месторождении, математизированной геологии и дает системные определения понятиям о них.

Молодой ученый А. В. Маликов выносит на суд читателя, с одной стороны, теорию особого класса пространств — *иерархических*, построенную на системной триаде — «первичных» элементах, отношениях единства, законах композиции; с другой — основанные на восьми системных преобразованиях Уг-алгебры. Указанная теория может представить интерес для философов и физиков как сама по себе, так и в связи с излагаемым в ней новым подходом к проблемам трехмерности физического про-

странства, энантиоморфизма его точек и асимметрии времени. Уг-алгебры же могут быть использованы системологами для дальнейшей формализации ОТС.

В главе, написанной известным отечественным кристаллофизиком и симметрологом проф. В. А. Копциком, дается по существу ОТС-вывод всевозможных соотношений симметрии причины с симметрией вызванных ею следствий. Здесь обсуждаются новые идеи не только о группах, но и о полугруппах и группоидах симметрии; анализируются возможности перевода любых полугрупп и группоидов в группы открытой им W-симметрии. Существенный интерес для ОТС представляют его обобщения групп количественных и количественно-качественных системных преобразований и обнаружение связи этих обобщений с проблемой развития.

Крупный советский математик проф. А. М. Заморзаев известен как автор многочисленных обобщений в области структурной симметрии. Он детально описывает исторически сложившиеся пути развития наших знаний о симметрии и диссимметрии, выявляет способы их дальнейшего углубления и расширения. Здесь же он устанавливает точное совпадение этих путей с путями и способами развития учения о гармонии и дисгармонии, эксплицированными в рамках уже не симметрологии, а ОТС.

По-видимому, у многих читателей вызовет живой интерес глава, написанная физиком-теоретиком доцентом Ю. К. Дидыком. В ней описывается впервые построенная им зеркально-симметричная форма системы химических элементов, приводятся доказательства разделения множества элементов на два подмножества — радиально-четное (левое) и радиально-нечетное (правое). И то и другое он связывает с законом системной симметрии ОТС и с впервые установленной в ее рамках возможностью существования левых и правых атомов химических элементов.

Две последние главы книги интересны прежде всего с точки зрения эстетики.

Биомеханик, автор замечательной книги «Бионика, биомеханика и симметрия» (1981) кандидат биологических наук С. В. Петухов в своей публикации исходит из рабочей гипотезы В. И. Вернадского о неевклидовом характере пространства живого вещества биосферы. В этой связи он, с одной стороны, приводит многочисленные факты проявлений неевклидовых — конформной и проективной — симметрий в блочном строении двигательного аппарата человека и животных, в процессах зрительного восприятия; дает системную — в соответствии с ОТС — формулировку предложенного им принципа многосту-

пенчатости конформных блоков этих организмов; с другой стороны, впервые выдвигает новый канон красоты. Этот канон им основывается уже не на золотом сечении — пропорции аффинной симметрии (тоже неевклидовой), равной 1,618..., а на так называемом *золотом вурфе* — пропорции конформной симметрии, равной  $1,618^2 : 2 \approx 1,309$ .

Иной, системный эталон красоты и совершенства предлагает Ю. И. Артемьев, геофизик и философ. Данный канон выражен им специальной математической формулой, которая позволяет численно сопоставлять друг с другом по степени совершенства натуральный ряд чисел, музыкальный звукоряд, таблицу Д. И. Менделеева, ризалит дома Пашкова, что вполне в духе требований законов соответствия, симметрии и системного изоморфизма, а также математического искусствования.

Таким образом, все главы данной книги действительно объединены общей теорией систем в *«системный тетраэдр»*. Основная цель, которую преследовали авторы книги, состоит, пожалуй, в том, чтобы показать высокую эффективность разработанных общесистемных учений, законов и категорий для изучения вещей, свойств и отношений, процессов, явлений и законов природы, общества и мышления.

Авторы приносят сердечную благодарность рецензентам — проф. С. А. Пастушному и проф. А. И. Умову, а также всем принимавшим участие в обсуждении рукописи за ценные замечания, которые помогли при подготовке ее к печати. Особенную признательность они выражают сотруднице ИФР АН СССР Л. П. Мещеряковой за техническую помощь на всех этапах работы над книгой.

## **СИСТЕМА И ХАОС. ПОЛИМОРФИЗМ И ИЗОМОРФИЗМ**

---

### *Глава 1*

### **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ**

#### ***1. О состоянии современных разработок системного метода***

Состояние системных исследований в настоящее время характеризуется тем, что они дифференцировались на пять основных направлений, или уровней, исследования: 1) системный подход (СП), имеющий общенаучный статус и выполняющий специально-методологическую функцию; 2) общие теории систем (ОТС), которые обладают не только специально-методологической, но и теоретическими функциями; 3) региональные теории систем (РТС) (например, кибернетика, системотехника, теория функциональных систем, теория исследования операций), которым кроме специально-методологической свойственны и теоретические функции; 4) уровень системного анализа, представляющего собой применение различных математических методов, которые базируются на системных идеях, положениях, требованиях и методах трех вышестоящих уровней (отдельно или всех вместе) в решении конкретных задач в области познания и преобразования разнообразных явлений природы и общества — управления социальными, политическими, экономическими, психологическими и другими процессами, изучения биологических процессов, проектирования и конструирования искусственных систем и т. п.

Эти уровни системных исследований составляют единый системный метод (в широком смысле), включающий: а) специально-методологический аппарат (исходные понятия, требования, нормы и положения системного подхода); б) основные теоретические понятия и логико-математический аппарат вариантов общей теории систем и региональных системных теорий, а также в) более специальные приемы и средства системного анализа, связанные с применением концептуального и особенно математического аппарата ОТС и РТС к решению конкретных задач специальных наук.

5) Кроме указанных четырех уровней системных исследований существует философский уровень, на котором осуществляется анализ оснований системного метода, т. е. раскрывается диалектическая природа системного метода и обосновываются его требования с точки зрения материалистической диалектики. Идея системности в меру теоретической зрелости наук «проникла» во все области научного знания. Но пожалуй, наиболее важной вехой явилось создание ряда вариантов теорий систем всеобщего и регионального уровней; причем уже сделаны ощутимые шаги к их применению в различных науках, в результате чего внесены первые коррективы в эти теории. В ходе системных исследований, разработки системного метода были выявлены неясности, неопределенности, произвольные и необоснованные дефиниции и трактовки, содержащиеся в некоторых вариантах ОТС (см. об этом ниже).

Ключевым фактором в обеспечении плодотворности системного метода в целом служит, как будет показано далее, создание теорий систем общенаучного и регионального характера.

В процессе разработки ОТС выявились разные трактовки ее исходных понятий, основных задач и требований, акценты на те или иные аспекты и стороны теории, а также расхождения в понимании ее функций, назначения и сущности. Это обусловлено многогранностью самого системного подхода, а также различной интерпретацией исходных установок, положений гносеологии и методологии научных исследований. Нам уже приходилось анализировать имеющиеся подходы к построению ОТС [32].

В данной главе рассматривается ряд спорных вопросов, связанных с выяснением статуса системного подхода и общей теории систем, стратегии их развития, включая выбор актуальных проблем, и его перспективы.

*О статусе всеобщности ОТС и двух типах общих понятий.* К настоящему времени достаточно убедительно обосновано положение о статусе системного подхода как общенаучного междисциплинарного метода, имеющего специально-методологический характер [9; 23; 28 и др.]. Признается также необходимость и плодотворность разработки региональных системных теорий, каждая из которых должна охватывать несколько предметных областей. Однако до сих пор дискутируется тезис о том, может ли теория систем иметь всеобщий характер, т. е. фиксировать свойства и закономерности, относящиеся ко всем известным (и с большой вероятностью к еще неизвестным) разновидностям систем. Возражения по поводу всеобщности исходных понятий ОТС, и в первую очередь понятия «система», строятся на положении формальной логики об обратном отношении между содер-

жанием и объемом понятий. Утверждается, что расширение объема понятия, т. е. области его применимости, сопровождается уменьшением числа конкретных признаков (интенционала) понятия, обеднением его содержания. На такого рода опасность неоднократно указывали сами специалисты по системным исследованиям [11. С. 107; 23. С. 18—19; 28. С. 175 и др.].

Приведем для иллюстрации два высказывания. К. Боулдинг писал: «Мы всегда жертвуем содержанием в пользу всеобщности... Однако где-то между специфичностью, не имеющей (общего) значения, и обобщенностью, не имеющей содержания, должен существовать независимо от конкретных целей и от степени абстракции оптимальный уровень общности» [11. С. 107]. Аналогичная мысль выражена М. Месаровичем: «Ясно, что чем более абстрактно некоторое высказывание, тем на более широкий круг объектов оно распространяется, но одновременно тем меньше несет оно информации относительно поведения любой конкретной системы. Поэтому наибольшую трудность при построении любой общей теории представляет выбор нужного уровня общности, или абстрагирования». Далее он поясняет, что общая теория систем должна быть, с одной стороны, «достаточно абстрактной, а с другой — достаточно конкретной для того, чтобы быть практически полезной» [23. С. 18—19]. К этой точке зрения присоединяется и Б. С. Флейшман [40. С. 4].

Эта ситуация может быть представлена в виде своеобразного «парадокса». К ОТС предъявляются два несовместимых требования. С одной стороны, она должна быть всеобщей, с другой — должна на языке математики отражать структуру вещей и, следовательно, обладать расчетной, предсказательной, моделирующей и другими теоретическими функциями. Понятие всеобщей и универсальной структуры, как мы уже отмечали [32. С. 48], есть *non sens*, поскольку любая конкретная структура представляет собой вполне определенный вид порядка, композиции элементов, а всеобщая и универсальная структура («структура вообще», «упорядоченность вообще») такой определенностью порядка элементов не обладает.

Сказанное относится ко всем понятиям и категориям, обладающим всеобщностью. Таковы общенаучные математические понятия числа и группы. В их содержании зафиксированы не некие универсальные структуры, а лишь состав и свойства структур, охватываемых этими понятиями. Так, в определении понятия «группа» аксиомы теории групп характеризуют свойства, общие всем групповым структурам, а не вид некой универсальной структуры, которой попросту не существует, так же как понятие «порядок вообще» есть полная неопределенность о конкретном виде порядка.



Когда же мы переходим к разновидностям групп, т. е. от всеобщего к особенному разной степени общности, то сталкиваемся с иерархической классификацией структур разных типов, классов и других разновидностей, например со структурой дискретных и непрерывных, коммутативных и некоммутативных и других групп. Иначе говоря, понятие «группа» можно представить в виде разветвленного «дерева» (графа) логически подчиненных и соподчиненных понятий более частных групповых структур. То же следует сказать о таких общенаучных понятиях, как «система», «структура», «симметрия», «сложность» и др. Характер интегрально-общих понятий, включающих «богатство особенного», они приобретают в процессе длительного исторического развития познания.

Вернемся к фундаментальному понятию «структура». Именно на уровнях особенного вступает в силу понятие структуры как определенного вида порядка (упорядоченности). На уровне всеобщности оно отражает лишь тот факт, что все объекты как системы обладают структурами соответствующего типа, класса, вида и т. п., а признание реальности универсальной всеобщей структуры отдает дань метафизическому натурфилософскому стилю мышления.

Х. Альвен в книге «Атом, человек, Вселенная» [5. С. 10] писал о возможности такого универсального закона, из которого можно вывести все другие законы. М. Борн, анализируя принцип наименьшего действия, отмечал: «Было бы идеалом кратко обобщить все законы в едином законе, универсальной формуле» [10. С. 130]. Аналогично высказывание М. Планка об открытии «единого простого принципа, который охватил бы все наблюдаемые и доступные явления природы и дал бы возможность вычислить на основании известных фактов прошедшие и в особенности будущие события» [25. С. 23]. Но эти метафизические идеалы известных физиков не подтвердились историей научного познания, в том числе историей математики и математического естествознания.

Что касается всеобщих философских категорий (движение, пространство, время, причинность, взаимодействие и др.), то они отражают не структуры, а всеобщие типы связей и отношений, которые входят в разнообразные структуры вещей. Если бы отдельные философские категории отображали структуры вещей, то они могли бы выполнять теоретические функции расчета, предсказания, моделирования явлений, т. е. философия превратилась бы в натурфилософию. Например, в содержание категории «причинность» входит положение: «Причина вызывает (определяет) следствие», что символически можно записать в виде « $P \rightarrow C$ ». Эта запись выражает лишь идею и всеобщую схему

зависимости С от П, а не тот или иной конкретный вид такой зависимости, тот или иной закон причинности, обладающий указанными теоретическими функциями. К сожалению, некоторые методологи [напр., см.: 38. С. 21—22] не различают такой «тонкости», отождествляя методологические и теоретические функции знания.

Возникает вопрос: как понимать относящееся к философским категориям высказывание В. И. Ленина о всеобщем, которое «воплощает в себе богатство особенного» [2. Т. 29. С. 90]? На него можно ответить вполне определенно: поскольку особенное исследуется специальными науками, то оно входит в содержание всеобщих философских категорий не непосредственно, а опосредованно, т. е. через научные понятия разной степени общности. Конкретизация всеобщего в особенном наиболее зримо выступает в процессе решения специально-научных проблем и задач. Роль опосредующего звена, способствующего переходу от всеобщего к особенному, выполняют общенаучные понятия, которые непосредственно связаны, с одной стороны, с философскими категориями, а с другой — со специально-научными понятиями. Так, философский принцип единства изменения и сохранения движущейся материи конкретизируется посредством общенаучного понятия симметрии.

Рассмотрим, наконец, как же преодолевается сформулированный выше «парадокс». Он разрешается посредством четкого разграничения двух типов — аналитически- (или дифференциально-) и синтетически- (или интегрально-) общих понятий. Первые в философской литературе нередко называют абстрактно-общими, вторые — конкретно-общими. Для первых справедлив формально-логический принцип обратного отношения между содержанием и объемом понятий, и, следовательно, существует опасность того, что всеобщие аналитические понятия могут оказаться теоретически тривиальными, а вторыми тривиальность преодолевается. В чем здесь дело?

Аналитически- (или дифференциально-) общие понятия основаны на локковской абстракции отождествления, когда выделение признаков, общих нескольким классам объектов, сопряжено с отбрасыванием признаков, которые специфичны для обобщаемых классов объектов. Поэтому аналитические, абстрактно-общие понятия могут находиться лишь в родо-видовых отношениях, подчиняясь закону обратного отношения между содержанием и объемом понятий. Синтетически- (или интегрально-) общие понятия включают в себя как отношения подчинения, т. е. родо-видовые отношения подчинения признаков обобщаемых классов объектов (отношения по вертикали), так и отношения соподчинения между признаками (понятиями) того

же уровня общности и признаком (понятием) вышестоящего уровня общности.

Иначе говоря, синтетически-общее понятие можно представить как разветвленное «дерево» (граф) подчиненных и соподчиненных признаков и соответствующих им понятий, т. е. включают в себя отношения не только по вертикали, но и по горизонтали. Поэтому прибавление к общему понятию новых признаков (по горизонтали, т. е. на том же уровне общности) ведет либо к расширению, либо к сохранению объема понятия, но не к уменьшению его. Поясним сказанное на примере понятия симметрии, отношения разновидностей которого представляют собой граф.

Симметрия как общенаучное всеобщее понятие на одном уровне делится на три типа: структурную, геометрическую и динамическую. На следующем уровне общности каждый тип симметрии включает классическую и неклассическую симметрии, которые в свою очередь имеют разновидности следующего уровня подчинения (меньшей общности). Так, неклассическая симметрия структурного типа в числе других содержит три соподчиненных понятия — антисимметрию, цветную симметрию и криптосимметрию. Каждая из них выступает далее в виде простой и кратной симметрии и т. д. На каждой ветви «дерева» данного понятия можно выбрать и родо-видовые отношения (по вертикали), которые подчиняются закону обратного отношения содержания и объема. Так, на ветви структурной симметрии такими отношениями являются: симметрия (вообще) → структурно-кристаллографическая → неклассическая → антисимметрия → → кратная. Здесь с прибавлением каждого признака сужается объем понятия симметрии.

Итак, синтетически (интегрально) общие понятия, находящиеся на уровне всеобщности или региональной общности, включают в себя все «богатство особенного» [2. Т. 29. С. 90]. Однако подчиненные и соподчиненные понятия этого интегрально-общего понятия не дедуктивно получены из исходного, а представляют собой итог истории той или иной области исследования. Концентрируя в себе итог генезиса, формирования и развития, данное синтетически-общее понятие есть в то же время *генетически-общее* понятие. К такого рода синтетически- и генетически-общим понятиям относятся исходные фундаментальные понятия наук (например, понятия числа, химического элемента, системы, симметрии и ряд других). Они связаны с фундаментальными законами действительности и лежат в основе теории чисел, химического строения вещества, теории систем, теории симметрии и т. п. Фундаментальные понятия проходят путь от аналитически-общих ко все более богатым по содер-

жанию и широким по объему синтетически- или интегрально-общим и теоретически более конкретным понятиям. Приведем пример формирования понятия «наименьшее действие» и соответствующего принципа.

В явной и общей форме (мы не касаемся здесь предыстории) принцип наименьшего действия был сформулирован П. Л. Мопертюи, который истолковывал его теологически и телеологически и ограничивал сферу его применимости лишь дискретными движениями. С формально-логической стороны эти понятия и принцип были аналитически-общими. Л. Эйлер освободил их от теологических трактовок, расширил объем и обогатил содержание, применил этот принцип и к непрерывным движениям. Ж. Л. Лагранж распространил данный принцип с одной материальной точки на произвольную систему точек. Ученый показал, что с помощью принципа наименьшего действия характеризуется движение не в каждой точке пространства и времени, а на конечном отрезке; при этом его применение уже не зависит от выбора системы координат. Рассматриваемый принцип приобрел интегрально-общий характер и стал исходным в созданной Лагранжем аналитической механике.

Метод обобщенных координат Лагранжа был важным шагом в превращении принципа наименьшего действия механики в принцип и метод физики в целом. У. Р. Гамильтон показал его общезначимый характер. После работ У. Р. Гамильтона и К. Г. Якоби дальнейшее обобщение принципа связано с работой М. В. Остроградского. Из принципа наименьшего действия (получившего название «принцип Гамильтона») в форме соответствующих уравнений Гамильтона выводятся уравнения механики (строится аналитическая механика). Таков исторический путь понятия и принципа наименьшего действия от аналитического к интегрально-общему типу.

Интегрально-общие понятия о свойствах, величинах, принципах и законах приобретают фундаментальный характер, если они составляют основу понятий о других свойствах, связях, величинах, принципах и законах, т. е. входят в понятия данного вида, рода, типа. Так, величины  $m$ ,  $l$ ,  $t$  являются фундаментальными: прямо или косвенно входят во все законы (уравнения) физики.

*О путях преодоления «призрака тривиальности» всеобщих понятий.* Рассмотрим основные варианты (пути, направления) преодоления «призрака тривиальности» всеобщих системных понятий и положений.

*Первый* — переход к ограниченной степени общности, а в идеале — к оптимальной степени общности понятий. Такой вариант в свою очередь имеет два пути: 1. Построение частных

теорий, принадлежащих разным предметным областям. Таковы системы агрегативные и органично-целостные, нецеленаправленные и целенаправленные (системы управления и т. д.). 2. Построение общей теории систем, объединяющей частные теории систем. Согласно Месаровичу, «общая теория систем объединяет также теории различных аспектов поведения систем, такие, как теория связи, теория управления, теория адаптации, самоорганизации и обучения, теория алгоритмов и т. п.». По мере развития общей теории систем в ней используются достижения более абстрактных областей математики. В этом смысле она оказывается связанной с математической теорией формальных систем, с изучением поведения абстрактных систем [23. С. 20—21]. Таким образом, по М. Месаровичу, ОТС есть теория *объединительной*, или *собираательной*, а не синтетической общности. Поэтому целостность такой теории невелика.

Второй вариант преодоления «призрака тривиальности» положений ОТС — это создание *метатеории*, т. е. теории исследования системных теорий. Зачатки этого подхода есть у Р. Акоффа [3]. Развернутое обоснование его дано в работах В. Н. Садовского [27; 28; 29], который отрицает возможность создания всеобщей по объему и в то же время богатой по содержанию теории систем. Свое мнение он аргументирует следующим образом. Во-первых, он, на наш взгляд, справедливо считает, что не существует таких всеобщих понятий, которые непосредственно содержат «всю фундаментальную информацию об общих свойствах, отношениях и связях всех существующих и всех возможных систем» [29. С. 41]. Действительно, абстрактно-всеобщие (аналитические) понятия образуются путем отбрасывания специфических для обобщаемых видов систем признаков и поэтому не содержат о них какой-либо информации.

Однако в отличие от таких всеобщих понятий синтетически-общие (интегрально-общие) понятия содержат в себе не всю, а лишь ту информацию, которая присуща фактически исследованным разновидностям систем. Причем следует особо подчеркнуть: подобная информация передается не непосредственно данным понятием, а посредством соподчиненных с ним понятий разной степени общности. Это означает, что данное понятие интегрально-общего типа представляет собой разветвленное «дерево» (граф) соподчиненных ему понятий, входящих в классификацию исходного понятия. Содержание соподчиненных понятий является не результатом дедуктивного вывода, а итогом длительного пути их познания.

В качестве второго, решающего аргумента против построения всеобщей «предметной теории систем» В. Н. Садовский выдвигает следующее требование: такая всеобщая теория долж-

на содержать информацию не только о материальных, но и «об идеальных, концептуальных системах, в том числе и о методологии системного исследования» [27. С. 43]. При таком понимании ОТС она якобы выходит за рамки конкретно-научного знания, пересекаясь с проблемами философского анализа систем. Он предлагает создать системную метатеорию, с помощью которой специально исследовались бы системно-структурные особенности познания систем и знания как системы. Но далее Садовский заключает, что степень общности такой метатеории, «очевидно, выше по сравнению с общностью различных предметных теорий систем» [Там же. С. 44].

Однако «предметная общность» понятий (онтологический аспект) и метатеоретическая общность (логико-гносеологический аспект) различаются по существу. «Предметная общность» понятий связана с отношением предметных областей изучаемых объектов; метатеоретическая и эпистемологическая общность имеют в качестве своей предметной области не познаваемые объекты, а субъект-объектные отношения, ситуации и задачи, процедуры и методы их решения и т. п. Поэтому утверждение, будто вторая общность выше первой (шире по объему), оказывается некорректным.

Как известно, философские категории делятся на две подсистемы: а) *общефилософские категории*, содержание которых охватывает и природу, и общество, и познание (материя, бытие, сознание, движение, количество, качество и др.); б) *логико-гносеологические категории*, раскрывающие специфику познавательной деятельности, субъект-объектные отношения (субъект, объект, отражение, знание, истина, модель, гипотеза, теория, доказательство и т. д.). Аналогично этому и системные категории делятся на две подсистемы, соответствующие двум направлениям исследований: а) *общесистемные категории* (система, элемент, структура, функция, организация, организованность, сложность и др.), которые относятся и к миру вещей, и к сфере его познания; б) *эпистемологические и метатеоретические категории*, раскрывающие специфику изучения объектов как систем, построения системных теорий (язык, значение и смысл, интерпретация, редукция, экстраполяция и др.). Так, семиотика (общая теория знаковых систем) является примером системных гносеологически всеобщих теорий. На уровне особенного, т. е. региональных теорий, также возможно деление системных теорий на две аналогичные подсистемы.

Главное, на наш взгляд, заключается в том, чтобы не противопоставлять предметно-содержательный (онтологический) и теоретико-познавательный (гносеологический) аспекты, а иметь в виду их органичную и многогранную связь. Общеси-

стемные категории аналогично общефилософским фиксируют сходные признаки, общие и объектам-системам, и познавательным процедурам. В системно-гносеологических и метатеоретических категориях эта связь онтологического и гносеологического более органична: содержание и форма познавательной деятельности зависят от характера, типа, уровня организации познаваемых объектов-систем и от типа задач их познания, проектирования, конструирования и практического преобразования. Так, выбор языка описания и оперирования содержанием объектов (проблемно-ориентированные или машинно-ориентированные языки, языки дескриптивного либо нормативно-операционного типа и т. д.) прямо или косвенно обуславливается характером объектов, типом их структур и уровнем организации.

Разрыв онтологического и гносеологического аспектов познания, преобразования и конструирования объектов-систем ведет к ошибкам, методологическим и теоретическим тупикам. Поэтому стремление В. Н. Садовского [29] не включить органически эпистемологические и метатеоретические построения в общую (всеобщую) теорию систем как ее раздел, а противопоставить их и поставить над предметно-содержательными построениями не может быть плодотворным. Только благодаря органичному включению всех этих аспектов в системные теории последние, без сомнения, окажутся перспективными, не тривиальными.

*Третий* путь преодоления «призрака тривиальности» понятий и положений общей теории систем основан на понятии системной деятельности. Такая теория близка к праксеологии Т. Котарбиньского, задачей которой является оптимизация любых видов деятельности. Поэтому концепции Г. П. Щедровицкого [43] и В. Н. Сагатовского [30] представляют собой своеобразную системную праксеологию, изучающую системными средствами познавательную, проектно-конструкторскую и практическую деятельность во всех сферах человеческого бытия. Тем самым это направление ограничивается исследованием типа «целенаправленных систем» и не может претендовать на статус всеобщей теории систем.

## *2. Аспекты и функции системных исследований*

В настоящее время достаточно обосновано положение, что системный подход является общенаучным междисциплинарным методологическим знанием [9]. Каковы же главная черта, характеристика и задача, составляющие «ядро» системного подхо-

да (СП) и определяющие другие его черты, характеристики и задачи?

Системный подход, как отметил В. Г. Афанасьев, содержит следующие аспекты исследования или направления анализа: системно-компонентный, системно-структурный, системно-функциональный, системно-интегративный и системно-исторический. [6. С. 23; 8. С. 21—31]. Ранее мы показали, что наиболее существенными для системного метода являются структурно-функциональный принцип и соответствующий ему структурный анализ и синтез, пронизывающие все перечисленные аспекты, или виды, системного исследования в рамках системного подхода в целом [31. С. 28—38]. Согласно этому принципу, все свойства, характеристики объекта-системы можно математически представить как функции, аргументами которых являются свойства компонентов и структуры, законы их композиции, выраженные с помощью уравнений связи и движения, т. е. дифференциальных, интегральных, алгебраических уравнений, графов, матриц, графиков и т. п. Границы и условия применимости тех или иных уравнений, графов и пр., выражающих собой модели структур данной системы, одновременно косвенно отражают роль внешних условий, которые при том же составе компонентов системы реализуют вполне определенные структуры их связей, их свойства и функции на выходах системы.

Отображение структуры и организации объекта-системы выступает главной, интегральной характеристикой содержания знания об объекте, позволяющей рассчитывать и предсказывать интегральные свойства системы, осуществлять ее синтез с заранее заданными свойствами, функциями и показателями оптимальности, а также объяснять свойства и поведение системы на основе знания ее механизмов, статических и динамических структур и программ поведения. Например, в химии все реакции, свойства веществ теоретически рассчитываются, предсказываются и объясняются благодаря знанию структур разных уровней — структурных формул строения вещества, протекания реакций, законов взаимодействия электронов с ядрами атомов (области квантовой механики и квантовой химии). Физик В. Вайскопф считает, что «квантовое описание конфигураций атомов (т. е. их динамической структуры. — В. Т.) объясняет все свойства и константы веществ, найденные классической физикой» [12. С. 39]. Аналогично этому свойства и поведение живых организмов, людей и различных социальных образований в существенной степени зависят от соответствующего уровня структур и законов композиции их как объектов-систем.

Поскольку структурно-функциональная характеристика систем лежит в основе их анализа и синтеза, их преобразований,



постольку она является узловой, центральной. Это значит, что ее нельзя исключить из субстратного (компонентного), функционального и генетического подходов, которые представляют собой структурно-компонентный, структурно-функциональный и структурно-генетический подходы. В частности, Ю. Г. Марков фактически показал, что функциональный подход — это по сути дела структурно-функциональный подход [19], а С. Петров обосновал неразрывную связь структурного и субстратного подходов [26].

Структурно-функциональный анализ и синтез позволяют применять разнообразные математические методы (математические структуры) для построения математических моделей объектов-систем. Тем самым системно-структурный анализ и синтез объектов выступают в качестве эффективного предварительного условия математизации знаний. Конечно, успех применения системно-структурного анализа и синтеза в немалой мере зависит и от теоретической зрелости той науки, в которой они используются. В связи с этим представляется необоснованным критическое замечание Б. Г. Юдина по поводу будто бы чрезмерно узкого понимания системного подхода «всего лишь как предварительного условия и средства математизации знаний» [44. С. 12].

Возможность математизации лишь одно (и отнюдь не единственное) из существенных следствий структурно-функционального принципа, который играет, на наш взгляд, ведущую роль в системном подходе. Б. Г. Юдин считает, что «многомерная сущность» этого подхода может быть раскрыта полностью через перечисление всех типичных ситуаций его применения, всех его функций и тенденций. Однако многомерность системного подхода не исключает выделения одной характеристики в качестве ведущей, определяющей его специфику. По нашему мнению, таковой является структурная характеристика системы, объединяющая все четыре аспекта системы — субстратный, структурный, функциональный и генетический. Этим аспектам соответствуют субстратно-структурный, структурно-функциональный и структурно-генетический принципы СП.

Рассмотрим кратко основные (отмеченные В. Г. Афанасьевым) аспекты и направления системных исследований, а также их роль в реализации структурного принципа, анализа и синтеза.

Задача правильного определения исходных компонентов и их свойств составляет первоочередную задачу системно-компонентного, или субстратно-структурного, анализа системы. Во-первых, без ее решения нельзя найти те или иные структуры системы. Во-вторых, сами компоненты системы могут быть подвергнуты системно-структурному анализу при их рассмотрении как систем нижележащего микроуровня. В-третьих, свойства компо-

нентов, согласно законам взаимодействия компонентов между собой и с целой системой, зависят от влияний целостной системы; законы и процессы взаимодействия описываются с помощью структур (в частности, математических уравнений) и программ. В-четвертых, когда элементами структур являются не свойства, а материальные компоненты системы, то это означает переход к субстратным структурам, выражающим механизмы причинения взаимодействующих объектов. Таким образом, учет этих четырех моментов — важный методологический ориентир в системно-компонентном (субстратно-структурном) анализе.

Системно-функциональный аспект (анализ) имеет дело с функционированием системы как взаимосвязанного целого, а также с ее функционированием, или поведением, во внешней среде. В обоих случаях важно знать структуры, законы взаимодействия компонентов и подсистем, взаимозависимости свойств компонентов и интегральных свойств и (или) функций целого, программы функционирования и поведения, взаимодействия с другими системами, факторами внешней среды.

Системно-интегративный аспект — существенная сторона методологии системного подхода. Каждый объект многосторонен и, следовательно, является предметом изучения разных наук. С точки зрения системного подхода эта многопредметность выступает как полисистемность. Практика преобразования, и особенно деятельности по конструированию, проектированию и последующему созданию искусственных объектов-систем, постоянно требует синтеза односторонних системных «срезов» в целостно-интегральный образ объекта. И тогда возникает необходимость «развернуть» общий системный подход в систему конкретных подходов. Вот почему Г. П. Щедровицкий считает сущностью системного подхода как системно-структурной методологии именно методологическую разработку организационных основ синтеза разных видов теоретической и практической деятельности, связанных с овладением объектом [43].

Разработка методологии синтеза разных аспектов и сторон объекта и разных видов деятельности также непосредственно зависит от сформулированного выше структурно-функционального принципа. Благодаря применению математических моделей и методов он позволяет решать задачи естественного и искусственного синтеза, т. е. нормативно-конструктивные задачи: рассчитывать, проектировать, конструировать и создавать объекты-системы с заранее заданными свойствами, функциями и критериями качества.

Системно-исторический; или системно-генетический, аспект системных исследований — это чрезвычайно важное и сложное направление. Не случайно до сих пор не было эффективных

попыток создания системной теории развития. Нередко высказывались мнения о том, чтобы дополнить системный анализ строения и функционирования объекта как системы анализом его развития с помощью философских категорий. На наш взгляд, существует принципиальная возможность разработки концептуального методологического и теоретического, а также математического аппарата для создания общенаучной теории развивающихся (генетических) систем.

Первым пунктом обоснования этой возможности является универсальность содержания понятий «компонент системы» и «элемент структуры» [32. С. 45]. Элементами структур могут быть не только вещи, но также свойства и состояния, связи и отношения, фазы, этапы, циклы и уровни функционирования и развития. Далее, раскрыв возможные способы преобразований одних систем в другие, условия и законы их реализации и их взаимосочетания, можно перейти к системному описанию процессов развития и, наконец, к построению строгой системной теории развития как раздела соответствующего варианта ОТС. Именно так и получилось вопреки сомнениям некоторых системологов: в разработанной Ю. А. Урманцевым ОТС содержится особый раздел в виде начал системного учения о развитии. Тем самым им раскрыто органическое единство принципов системности и развития и доказано, что противопоставление компонентно-структурного и исторического подходов неправомерно [36].

Указанные аспекты (направления) системных исследований суть аспекты методологической функции системного подхода, а также методологической и теоретических функций общей теории систем. Требования, рекомендации, принципы этих аспектов системного подхода служат методологическими ориентирами в поиске решения задач исследования и конструирования объектов-систем, методологическими опорными пунктами в анализе и оценке существующих решений и методов. В. Н. Садовский пишет, что системный подход как специально-методологическая концепция «своей основной задачей имеет разработку общенаучных, междисциплинарных научных понятий, методов и способов исследования системных объектов» [27. С. 39].

Сделаем уточнение: задача разработки междисциплинарных понятий и методов является не только методологической, но и общетеоретической, поскольку она осуществима при условии единства системного подхода и работающего варианта общей теории систем. Это объясняется тем, что в последней конкретизированы и трансформированы методологические требования, а теоретические понятия и положения выражены в структурной и, как правило, математической форме. Так, в варианте ОТС Ю. А. Урманцева характеристики систем и их преобразования

выражены на языке понятий изо- и полиморфизма, симметрии и асимметрии, гармонии и дисгармонии, системных преобразований и антипреобразований и т. д.

Это позволяет не только делать правильный выбор и корректно применять уже существующие содержательные и особенно формальные методы, но и так же эффективно разрабатывать новые методы. В отдельных главах книги показано применение системного подхода и ОТС Ю. А. Урманцева к разработке и открытию новых методов научного исследования в различных отраслях знания.

Системный подход и системные исследования в целом представляют собой «конкретизацию и углубление диалектико-материалистического учения о взаимной связи и развитии предметов и явлений действительности» [6. С. 14]. При этом системный подход непосредственно связан с философским принципом системности, который органически присущ диалектическому методу и пронизывает все его важнейшие понятия и принципы. Поскольку общенаучные понятия системного подхода и ОТС, будучи всеобщими, непосредственно связаны с соответствующими им философскими категориями и принципами, постольку они служат эффективным средством применения диалектического метода в специальных науках. Эта связь реализуется путем интегрирования дисциплин регионального уровня. В итоге философские категории, законы и принципы трансформируются и конкретизируются на общенаучном уровне и уровнях региональных теорий систем.

Так, принцип единства сохранения и изменения движущейся материи на уровне ОТС приобретает форму принципа единства симметрии и асимметрии, которые конкретизируются на уровнях меньшей общности (см. выше о «дереве» признаков понятия симметрии). Принцип взаимодействия находит свою конкретизацию (а) на уровне системного подхода и общей теории систем, (б) на региональном уровне, например в кибернетике, он (вследствие учета дополнительного информационного фактора) выступает как принцип обратной связи. Содержание философских категорий, законов, принципов конкретизируется в законах, положениях и теоремах ОТС. Подобная трансформация диалектического метода в том или ином варианте ОТС представляет собой актуальную методологическую задачу. Ее решение будет способствовать более эффективному применению методологии диалектического материализма в специально-научных исследованиях.

Методологическая и теоретические функции общей теории систем столь неразрывно связаны между собой, что в ряде случаев требуется специальный анализ для их «разведения». Их

органическая связь имеет как положительные, так и отрицательные следствия: при правильных методологических установках и принципах открываются широкие теоретические возможности для решения той или иной конкретной проблемы, а при неверных неизбежно появляются теоретические ошибки. Например, смешение, отождествление понятий сложности и организованности привело Н. Винера к теоретической ошибке: количество информации он принял за меру организованности систем [13. С. 23], тогда как на самом деле оно является непосредственной мерой многообразия и сложности.

Единство специально-методологической и теоретических функций ОТС имеет еще одно важное следствие. Содержание исходных понятий, принципов, законов и теорем ОТС глубоко диалектично; оно может быть выражено с помощью разнообразных математических методов, являющихся адекватным средством решения системных задач. Это значит, что с помощью достаточно развитых вариантов ОТС реализуется органическая связь, взаимодействие двух глобальных тенденций в современной науке — диалектизации научного познания и его математизации.

### *3. О критике системного метода*

Всесторонняя интенсивная разработка системного метода, в частности указанных выше исследований пяти его уровней, началась, по-видимому, с момента создания в США Общества содействия развитию ОТС в 1954 г. и выхода в 1956 г. первого ежегодника «Общие системы». В СССР повышенный интерес, оживление методологических и теоретических разработок начались с 60-х годов. По мере постановки новых задач, появления новых проблем и их разработок высказывались скептические суждения, оценки и критические замечания относительно системного метода. Для уяснения состояния разработок и роли ОТС, для обнаружения «белых пятен» и выработки новых подходов к «старым» проблемам системных исследований весьма полезно рассмотрение критических замечаний, которые в разное время разными авторами были высказаны в отношении системного метода.

Наиболее часто и резко критикуется идея всеобщности понятий системного подхода. Первый аргумент критики заключается в том, что в ОТС философский, общеметодологический анализ и метод подменяется системным, а это-де неправомерно. Данная точка зрения уже обсуждалась в советской литературе [9. С. 95—100]. Однако контраргументы сторонников ОТС были

недостаточны в том плане, что, будучи ориентированы на объединение мировоззренческих позиций и задач, они не раскрывали такие особенности «демаркационной линии» между философской и системной методологией, как природа философских категорий и системно-структурных понятий, методов и их функций. Нами была сделана попытка разобраться в этом вопросе [32].

Выше отмечалось, что кроме всеобщности по объему и универсальности по содержанию понятия и принципы ОТС отличаются от философских категорий тем, что обладают своеобразной односторонностью: все разнокачественные свойства, особенности системного объекта выражаются через отношения, структуры, законы композиции его элементов (с учетом их свойств, выраженных в знаковой форме). В отличие от потенциальной всеобщности математических понятий, т. е. потенциального характера их применимости к миру вещей, системные категории, принципы и требования имеют актуально-всеобщий характер; при этом они содержат в снятом виде субстратный подход, предполагающий материальную интерпретацию системных понятий. Есть и другие, менее существенные отличия последних от философских категорий, законов, принципов.

Другое возражение состоит в утверждении, что в решении конкретных задач той или иной науки системный метод подменяет методы этой науки и потому-де приводит, как и в первом случае, к непродуктивным, тривиальным результатам. Нередко увлеченность обработкой громадного объема информации при помощи ЭВМ приводит к не всегда сознаваемой подмене предметно-содержательного анализа данных их формальным анализом [46]. Однако, как показывают результаты конкретных исследований, приведенные, в частности, в данной книге, корректное применение системного метода к решению комплексных проблем, к изучению объектов-систем, принадлежащих к тому или иному классу, роду или типу систем, при строгом соблюдении всех требований и правил этого метода дает положительный итог. Нарушение требований, некорректное использование метода может привести и, как правило, приводит к нежелательным последствиям.

Далее. Обратимся к тем критическим замечаниям, которые выявляют действительные пробелы в разработке системного метода и отдельные ошибки в тех или иных исследованиях системологов. На конференциях, семинарах и в публикациях нередко вскрываются действительные неточности, даже промахи в системных исследованиях. Каковы их реальные причины?

Наиболее частые упреки можно слышать в адрес тех исследователей, которые, с одной стороны, решают весьма сложные задачи с использованием множества конкретных данных,

а с другой — кроме специальных математических методов берут на вооружение лишь общие понятия и требования системного подхода. Ряд общих рекомендаций системного метода имеет абстрактный характер. Вот почему, например, «системный инженер,— пишет И. Хуз,— обнаруживает, что его профессиональные задачи намного уже и конкретнее, чем это следует из системной методологии» [46].

Следовательно, переход от всеобщего к отдельному (конкретным задачам на уровне системного анализа), минуя средние уровни и переходные звенья, может обернуться тривиальными выводами, а то и просто ошибками. Так, системный подход в управлении производственными (технологическими) процессами не может дать положительного эффекта без опоры на региональный уровень — общую теорию управления, техническую кибернетику и системотехнику с использованием более частных разработок моделей того или иного класса технологических процессов (химических, физических, механических).

Некоторые исследователи отмечают отсутствие (либо недостаточность) стройности, единых оснований как ОТС и региональных системных теорий, так и особенно системного анализа конкретных проблем. Действительно, методы системного анализа представляют собой некоторый набор (перечень, совокупность) математических методов, не объединенных специальной теорией в единое целое. Лишь обращение к идеям, принципам и требованиям системного подхода при анализе какой-либо конкретной проблемы позволяет оправдать эпитет «системный».

Для иллюстрации неоднородности математических методов, используемых в системном анализе, перечислим важнейшие из них. В истоках системного анализа лежит метод исследования операций, применимый к задачам сложного целенаправленного поведения. Далее следуют различные методы оптимального моделирования, т. е. математического программирования (линейного, нелинейного, стохастического, динамического, эвристического и др.), функциональный анализ, комбинаторика, теория графов и сетей, теория игр, разные разделы (методы) теории вероятностей и математической статистики. Без единой прикладной теории системного анализа выбор нужного метода и характер его использования в решении конкретной задачи могут оказаться, и довольно часто оказываются, неверными, что и приводит к ошибкам, неточностям и т. п. Поэтому, замечает И. Хуз, неэффективность системного анализа не может оправдываться его неумелым применением. По ее мнению, системный анализ — это пока еще не теория, и потому он «не может претендовать на чистоту своих дел» [46]. Единство частных методов на уровне

системного анализа достижимо посредством применения того или иного варианта ОТС.

Одна из попыток систематизации приложений, упорядочения системного анализа, используемого в решении социальных и социально-экономических проблем, содержится в работе Дж. ван Гига [14]. Однако известная эклектичность присуща концепции и этого автора, так как он использует не определенный вариант ОТС, а различные, порой не согласующиеся между собой варианты и общую идею системности, чего явно недостаточно. Поэтому эпитет «общая» применительно к прикладной теории систем означает собирательно-общую, а не аналитически-общую и тем более не синтетически-общую теорию.

Уместно напомнить также о том, что и среди имеющихся вариантов ОТС далеко не все выдерживают статус строгой научной теории. Так, теории систем У. Р. Эшби, О. Ланге, И. Клира — это скорее концепции или схемы-эскизы, чем законченные теории. А ОТС Берталанфи и Месаровича имеют, по их собственным разъяснениям, собирательно-общий характер. При этом теория Берталанфи имеет скорее качественно-содержательный, «эмпирико-индуктивный» характер [16. С. 33]; нежели строго математический.

Перейдем к замечаниям, адресованным конкретным вариантам ОТС. Наиболее интересной в этом отношении представляется книга Д. Берлинского «Системный анализ (очерк, посвященный ограниченности некоторых методов в социальных, политических и биологических науках)» (Кембридж, 1976), в которой дан критический анализ работ Л. Берталанфи, Э. Ласло, М. Месаровича, А. Раппопорта, У. Эшби, Дж. Форрестера и ряда других.

Исходя из чисто математических соображений, Берлинский уличает Берталанфи в наивном (мы бы сказали: метафизическом) понимании всеобщих систем и структур. Последний верит в реальное существование «структур вообще», или «универсальных структур», соответствующих «всеобщей системе». Он отождествляет ту или иную частную математическую формулу, уравнение с «универсальной структурой», из которой якобы можно вывести, налагая ограничения, более частные структуры (уравнения). На самом деле, считает Берлинский, Берталанфи имел дело не с пресловутой «универсальной структурой», а с дифференциальным уравнением частного типа [45. С. 18]. Недоразумение возникло потому, что Берталанфи не различал аналитически-общие (всеобщие) понятия и соответствующие им универсально-всеобщие (мы бы сказали: «вырожденные») структуры (схемы), из которых уже невозможно ничего вывести, и синтетически-общие понятия и соответствующие им структуры,



которые представляют собой «разветвленное дерево» понятий (структур) разной степени общности.

Как известно, главной задачей ОТС Берталанфи считал выявление изоморфизмов структур и законов, относящихся к разным предметным областям действительности. Но возможны ситуации, когда синтаксически изоморфные структуры не выражают реального отношения структур сравниваемых объектов, и, наоборот, «один и тот же закон или множество законов могут быть выражены предложениями, не являющимися синтаксически изоморфными» [45. С. 46. Примеч.]. Д. Берлинский добавляет, что и А. Раппопорт не различает синтаксический изоморфизм и изоморфизм моделей сравниваемых объектов.

В данном случае гносеологическая ошибка состоит в неразличении содержания и формы отображения. Только различая их, можно ставить вопрос о выборе адекватной формы выражения, языка, позволяющего соизмерять по содержанию сравниваемые модели.

Часто системологам вменяется в вину, что они пользуются разными определениями понятия системы и это-де вносит путаницу. Определения системы могут быть эквивалентными, односторонними; могут находиться в родо-видовом отношении; могут приводить к сведению понятия системы к другим понятиям (множества, класса и др.). Наконец, они могут быть чрезвычайно широкими и потому недостаточно определенными.

Анализируя определение Месаровичем системы  $S \subset X \{V_i; i \in I\}$  как отношения, заданного на абстрактных множествах \*, Берлинский приходит к выводу, что Месарович «сводит понятие системы к понятиям последовательности и множества» [45. С. 54]. Ясно, при таком расширительном определении системы можно решить довольно ограниченный круг задач. Аналогичное широкое определение системы, которое дает Эшби, приводит к тому, что, по его же признанию, средством изучения систем является смесь теории информации и современной теории множеств.

Не будем вступать в полемику по поводу выбора наиболее информативного и емкого определения системы [об этом см.: 34; 36; 28; 37; 23 и др.]. Отметим лишь, что минимально необходимый и достаточный для определения перечень понятий сводится к трем:  $m$  (компоненты системы),  $R$  (связи и отношения системы) и  $Z$  (виды композиции элементов по отношениям  $R$ ). Другие характеристики, как доказано Ю. А. Урманцевым [34; 35; 36], производны от этих трех. Сведение же  $Z$  к  $R$  или — в более ослабленном варианте — рассмотрение  $Z$  как простого частного

\*. Где  $X$  означает Декартово произведение множеств  $V_i$ .

случая  $R$  [37] служит причиной неопределенностей в описании, расчете и конструировании, в структурном анализе систем, ибо структура — это интегральная и специфически-существенная характеристика любой системы, без которой определенность задания системы резко снижается.

Итак, обобщим критические замечания в адрес системного подхода, ОТС, региональных теорий систем и методов, объединяемых термином «системный анализ». Все замечания по существу свидетельствуют о том, что многие некорректности и ошибки в разработках системного метода суть следствия недиалектического подхода к статусу всеобщности СП и ОТС; подмены понятий аналитической (дифференциальной) и синтетической (интегральной) общности, содержательных методов формальными; натурфилософского по характеру перехода от всеобщего к ограниченно-общему и отдельному, минуя уровни особенного (понятия и методы наук промежуточной степени общности); эклектичности, отсутствия единых оснований в системном анализе; неразличения или неверного толкования содержания и формы отображения, существенного и несущественного и т. д.

Подлинно научной методологической базой разработок системного метода и особенно ОТС могут быть только принципы, законы и требования материалистической диалектики как общей методологии, как теории познания.

Отсюда вытекают по крайней мере следующие задачи методологических разработок СП и ОТС: (1) раскрытие философских диалектико-материалистических оснований системного метода; (2) исследование элементов материалистической диалектики в объективно-предметном содержании СП и ОТС и в системной «метатеории» (по Садовскому); (3) установление взаимосвязи методологической и теоретических функций ОТС и связи их с материалистической диалектикой.

Решение данных задач будет способствовать расширению эвристических возможностей системного метода в целом.

#### *4. Два варианта общей теории систем*

В данном параграфе речь пойдет о тех вариантах общей теории систем, которые строятся на диалектико-материалистических основаниях. Из трех наиболее разработанных вариантов ОТС — М. Месаровича, А. И. Умова и Ю. А. Урманцева — таковыми являются два последних. Сравним их ОТС.

*Методологические основы ОТС А. И. Умова и ОТС Ю. А. Урманцева.* А. И. Умов строит ОТС, исходя из принципа диалектической взаимосвязи [37], т. е. из той стороны диалекти-

ки, которую Ф. Энгельс назвал учением о всеобщих связях и отношениях. Центральное понятие ОТС — понятие системы — А. И. Уемов формулирует, основываясь на трех философских категориях — вещь, свойство, отношение. Тем самым к базисным характеристикам системы он относит *m*, *P*, *R*, т. е. субстратную основу системности, ее атрибутивный и реляционно-функциональный аспекты. Благодаря этому в понятии системы объединяется его субстратный, структурный и функциональный аспекты. Теория систем А. И. Уеова раскрывается и конкретизируется с помощью таких всеобщих понятий, как «системные параметры» и «системные закономерности», представляющие устойчивые сочетания системных параметров по два, три и более.

Системные закономерности выявляются в основном индуктивно-эмпирическим путем в процессе статистической обработки эмпирических данных на ЭВМ, реже — дедуктивно-аналитическим способом. Таков кратко методологический и теоретический каркас ОТС А. И. Уеова.

Ю. А. Урманцев [34; 35; 36] в качестве исходного методологического принципа использует ядро диалектики — закон единства и «борьбы» противоположностей и диалектику в целом как учение о развитии. Это позволяет ему развить ОТС как теорию диалектического единства противоположностей — системы и хаоса, полиморфизма и изоморфизма, симметрии и асимметрии, гармонии и дисгармонии, противоречивости и непротиворечивости, взаимодействия и взаимонедействия, зависимости и независимости, изменения и сохранения. В его варианте ОТС системными средствами исследуются способы существования, изменения, преобразования и развития систем природы, общества и мышления; формулируются основные законы ОТС в виде законов системогенеза — преобразования и развития систем.

В результате в рамках ОТС Ю. А. Урманцева были впервые разработаны системные концепции развития (эволюционика), взаимодействия, одностороннего действия и взаимонедействия, отношений противоречия и непротиворечия; конкретизированы закон перехода количественных изменений в качественные посредством системного закона достаточного основания, учение о единстве и многообразии мира — посредством учений об изо- и полиморфизме; дана системная интерпретация соотношения образа и оригинала посредством законов соответствия, симметрии, системного сходства; разработаны С-метод как новое средство познания, представления о «системном идеале» и системной парадигме. Следует отметить положение о том, что изменение (движение), как в зародыше, «содержит» все основные закономерности, противоречия и формы развития в целом.

Степень содержательного богатства и эвристичности того или иного варианта ОТС зависит от степени фундаментальности выбранных основных характеристик системы и законов, раскрывающих соотношения этих характеристик. Рассмотрим с точки зрения этого критерия оба варианта ОТС.

В ОТС А. И. Умова системные характеристики, или системные параметры, являются не всеобщими, а особенными, т. е. они выделяют разновидности систем [37. Гл. IV]. Что это значит? По характеру структур А. И. Умов делит системы, например, на два вида — центрированные и цепные; каждый вид обладает различными свойствами и закономерностями. Аналогично его деление систем на гомогенные и гетерогенные по субстрату, на стабильные и нестабильные по структуре и т. д. При таком делении осуществляется переход от свойств и закономерностей любых систем к их разновидностям. Поэтому и параметрические закономерности — корреляции между системными параметрами — в своем большинстве являются результатом статистической обработки эмпирических данных [37. С. 180—187].

В основе ОТС Ю. А. Урманцева лежат такие характеристики, свойства систем, и на их основе сформулированы такие закономерности, которые являются всеобщими по объему, фундаментальными и универсальными по содержанию. Всеобщность их состоит в том, что они присущи не только отдельным, но и всем классам объектов-систем, представляющим предметные области действительности. Фундаментальность и универсальность данных свойств и закономерностей заключается в том, что они лежат в основе других эмпирических свойств и закономерностей, также присущих всем разновидностям объектов-систем. К ним относятся свойства, которые выражаются специфическими системными понятиями изоморфизма и полиморфизма, в частности изомерии; симметрии, включая ее разновидности, и асимметрии; системной противоречивости и непротиворечивости, а также соответствующие системные закономерности.

Вернемся к классификации А. И. Умова. Центрированные, по А. И. Умову, системы — это системы, которые с позиций ОТС Ю. А. Урманцева обладают точечной (или нульмерной) симметрией, а цепные — одномерной симметрией. Такая симметричная интерпретация деления систем на центрированные и цепные может быть конкретизирована далее. Например, системы с одномерной симметрией могут быть криволинейными и некриволинейными, обладать евклидовыми и неевклидовыми свойствами и описываться теми или иными группами симметрии. Такие интерпретации можно продолжить, подключив другие фундаментальные свойства и закономерности ОТС Ю. А. Урманцева, поскольку эта ОТС — открытая система.

Важнейшая особенность свойств и законов ОТС Ю. А. Урманцева состоит в том, что, будучи структурными свойствами всех систем, они в принципе могут выражаться математическими понятиями. Поэтому содержательный концептуальный язык данной ОТС органически слит с математическим, и нет необходимости в особом формализованном логическом языке в отличие от ОТС А. И. Умова; для которой разрабатывается особый язык тернарных отношений.

Общесистемные свойства и закономерности существенно важны для разработки классификаций объектов. Системно-структурная классификация объектов дает верные ориентиры в выборе адекватных математических методов описания, моделирования и решения задач по нормативно-конструктивному анализу и синтезу в процессах проектирования и конструирования систем с заранее заданными свойствами, функциями, критериями качества. Разработка интенциональной структурной теории классификации чрезвычайно важна для создания естественных классификаций типа таблицы химических элементов Д. И. Менделеева. В выборе алгоритма построения таких классификаций ведущая роль принадлежит основным понятиям и законам ОТС Ю. А. Урманцева, и прежде всего алгоритму построения системы объектов одного и того же рода. На их основе можно строить интенциональные классификации, в то время как в существующих теориях классификации превалирует экстенциональный (объемный) таксономический подход. Он преобладает, как мы показали [33], и в кибернетико-математических теориях распознавания образов. В последнее время заметный шаг вперед в развитии структурного подхода к теории классификации сделан в работах С. В. Мейена, Ю. А. Шрейдера и А. А. Шарова [20; 21; 42].

*Теоретические функции и приложения двух вариантов ОТС.* О степени развитости и плодотворности той или иной теории можно судить по широте и характеру ее приложений, по богатству ее теоретических функций. Рассмотрим кратко важнейшие теоретические функции системного метода, в том числе вариантов ОТС А. И. Умова и Ю. А. Урманцева.

Важнейшая функция системного метода связана с его существенным структурно-функциональным принципом и соответствующими структурно-функциональными методами анализа и синтеза как ведущими среди всех методов системных исследований. Выше показано, что суть этого принципа заключается в следующем. Если все характеристики объектов как систем зависят от свойств составляющих их компонентов и взаимосвязей последних, то эти характеристики могут быть выражены математически в виде функции той или иной структуры, эле-

ментами которой могут быть вещи, свойства, состояния, связи, стадии, фазы и этапы функционирования и развития. Это значит, что системный метод является эффективным предварительным условием и средством математизации знаний, методом математического моделирования. История математического естествознания показывает, что ученые интуитивно или осознанно опирались именно на эту идею. Структурно-функциональный принцип и *функция математизации* лежат в основе других теоретических функций системного метода, к рассмотрению которых мы и переходим.

*Функция описания познаваемых объектов* и соответствующая ей проблема адекватного концептуального и формального языка представляет важную характеристику научной теории. Системный подход к содержанию научного знания показал, что отображенная структура (организация) познаваемого объекта является узловой интегральной характеристикой содержания любого знания [31. Гл. III]. Другой существенной характеристикой описания является эмпирическая и (или) теоретическая интерпретация формально выраженной структуры объекта. Благодаря такой интерпретации исходные элементы, связи и структуры объекта приобретают размерность, и тем самым очерчивается область их применимости.

Необходимость структурной и семантической характеристик в теоретическом описании физических объектов специально подчеркивал Л. И. Мандельштам. «Только совокупность указанных сторон,— писал он,— дает физическую теорию» [18. С. 349]. К первой, структурной стороне он относил уравнения, устанавливающие зависимость между математическими символами, ко второй — связь этих символов с физическим миром. Таким образом, системный подход органически связывает содержательный и формальный аспекты теории систем, концептуальный и математический языки описания.

При математическом описании целостных систем обнаружились ограниченности теоретико-множественного языка. Главный недостаток понятия множества как основы такого языка состоит в том, что его элементы даны до и независимо от целого множества, в то время как в целостной системе ее элементы зависят от их роли и места в системе; они обретают свою относительную самостоятельность именно как части целого. Это и другие несовершенства дали основание Ю. А. Шрейдеру [41] противопоставить теорию множеств теории систем.

Нам представляется, что принципиального диссонанса между теорией множеств и проблемой адекватного описания систем не существует. Теоретико-множественный подход — это не вторичный уровень анализа систем [41], а скорее первичный, более

абстрактный подход. «Огрубление», присущее теоретико-множественному подходу к системам, заключается в том, что вначале мы абстрагируемся от взаимного влияния части и целого, а также от реального процесса образования системы. Абстрактность этого первого теоретико-множественного положения состоит в простой констатации двух полярных характеристик системы — ее цельности и расчлененности. Затем применяются методы алгебры, математического анализа и т. п. для описания и моделирования объекта-системы. При этом свойства целого описываются как функции соотношения частей и в то же время учитывается обратное влияние целого на части. Это выражается с помощью нелинейных зависимостей, нелинейных алгебраических, дифференциальных, интегральных и других уравнений связи и движения.

Но если ставить вопрос об оптимально гибком, информативном описании целостных характеристик систем, то придется признать, что для этого необходим более совершенный язык системного описания. И если в исходных понятиях будут учтены эффекты целостности, то, согласно принципу сохранения сложности [33], дальнейшие построения и структура описания примут более простой и компактный вид, повысится гибкость оперирования такими моделями систем. Но по-видимому, при этом мы что-то потеряем, и некоторые задачи будут иметь более сложные решения.

*Функции теоретического расчета и предсказания поведения систем.* Опыт научного познания свидетельствует, что знание системных характеристик объекта повышает точность, конструктивность расчетов и предвидения. Знание величин на входах и выходах системы, переменных ее состояния и, главное, законов композиции ее элементов позволяет на основе построения модели системного объекта рассчитывать, прогнозировать поведение, новые свойства и состояния, а также классы новых (теоретически возможных) систем. Системный подход и теории систем повышают уровень *объяснительной функции* научных теорий. Структурно-математические модели объекта дают возможность раскрыть внутренние механизмы функционирования, поведения и развития объектов. А выведение свойств системы на основе знания свойств ее элементов и структуры и есть системное объяснение свойств объекта.

Ясно, что функции расчета, предсказания и объяснения вариантов ОТС различны. Из сравнения обоих вариантов является такая особенность: с помощью системных параметров и закономерностей ОТС А. И. Умова решаются менее фундаментальные и более частные задачи, нежели с помощью аппарата ОТС Ю. А. Урманцева. Это еще ярче проявляется в таких

теоретических функциях, как проективно-конструктивная и функция открытия новых свойств и закономерностей.

*Обобщающие и эвристические возможности* научных теорий также повышаются с помощью применения разных вариантов ОТС. Существует множество типов аналогий между самыми разнообразными объектами, например А. И. Уемов выделил более 50; Ю. А. Урманцевым [36] обосновано новое понятие о сходстве (системном сходстве в виде системного изоморфизма) и математически установлена возможность существования более 50 тыс. его классов. Понятие системного изоморфизма более общее и в то же время более содержательное, нежели существовавшие до сих пор. На его основе Ю. А. Урманцев сформулировал закон сохранения сходства, а также предложил алгоритм построения и предсказания системного сходства. Представления о системном сходстве, на наш взгляд, имеют огромное значение для гносеологии, для обогащения ее операционного (логического, а также частично математического) аппарата.

Варианты ОТС А. И. Уеова и Ю. А. Урманцева обладают не только теоретическими функциями, в чем состоит их главное назначение в отличие от системного подхода, но и специально-методологическими функциями, важными для исследования в области естественных, технических и гуманитарных наук.

*Заключительные замечания.* Системные исследования способствуют дальнейшей успешной разработке проблем материалистической диалектики. С середины 60-х годов обозначилась тенденция осмысления содержания законов и категорий материалистической диалектики с точки зрения системно-структурного анализа, например категорий качества и свойства, скачка, явления и сущности, содержания и формы, причинности и взаимодействия и др.\* Системная интерпретация законов и категорий позволила конкретизировать и уточнить их, преодолеть метафизические и идеалистические наслоения в их трактовке. В настоящее время выявился ряд проблем в теории диалектики, в теории познания и методологии научных исследований, в решении которых важную роль играют результаты, полученные в ряде вариантов общей теории систем. Таковы вопросы о способах описания, допустимых и эффективных упрощениях систем, о методах анализа, синтеза и декомпозиции систем, о системном анализе развития, о сходстве и типологии сходств, вопросы языка и оптимизации научных исследований и др.

\* См. работы О. С. Зелькиной, В. И. Свидерского, В. С. Тюхтина, А. И. Уеова, В. Д. Морозова и В. В. Морозова, Б. Я. Пахомова и др.



Разработкой ОТС Ю. А. Урманцев сделал важный вклад в общую теорию диалектики. Им введен ряд категорий, которые, по нашему мнению, имеют некоторые основания приобрести статус категорий философских. К ним относятся, например, «формы изменения материи», «формы сохранения материи», «формы развития материи», «формы отношения материи», «основные и производные формы движения, пространства, времени» и некоторые другие [36]. Им введены и обоснованы такие новые общесистемные, имеющие философское значение законы, как законы системности, полиморфизации, изоморфизации, системного сходства, соответствия, симметрии, асимметрии, системной противоречивости и непротиворечивости и отвечающие им системные учения.

Весьма существенны для разработки диалектики изложенные в главе 2 раздела I настоящей книги начала системного учения о развитии. В нем нашли системную конкретизацию отношения противоречия и непротиворечия и их системные законы; введены восемь способов преобразования одних систем в другие, которые лежат в основе процессов развития; открыты теоретико-групповые эволюционные, неэволюционные системные преобразования, антипреобразования и их инварианты. Им разработан С-метод, главное конструктивное требование которого — «изучать любые объекты-системы в системе объектов одного и того же рода». Такая целевая установка ориентирует на конструктивность и полноту подхода к познанию объектов. Кроме того, Ю. А. Урманцев дает обоснование всеобщности и фундаментальности указанных законов и категорий. Наконец, отметим еще один существенный момент. Категории диалектического материализма и категории ОТС Ю. А. Урманцева соотносятся между собой по типу либо частичного пересечения, либо непосредственного контакта.

На наш взгляд, в процессе создания единой ОТС постепенно зреет тенденция сближения формального и содержательного подходов и языка в изучении объектов как систем, теоретических и методологических функций ОТС, общенаучного и философского аспектов анализа. Взаимное влияние марксистской философии и различных вариантов ОТС ведет к их взаимному обогащению и углублению. Что касается пути создания единой ОТС на основе диалектического материализма и с учетом имеющих варианты ОТС, то предстоит еще выяснить характер взаимосвязи этих теорий, их отдельных разделов и проблем (отношения пересечения, дополнения, конкретизации, несоответствия и т. п.).

Данные вопросы так или иначе затрагиваются при обсуждении соотношения определений системы в разных системных

концепциях и вариантах ОТС. Однако следует идти дальше, выясняя, какие положения, законы или целые разделы общей теории систем могут быть дополнены или выведены как частные случаи из другой, какие связи, объединения их возможны, на каких основаниях они должны объединяться и пр. Во всяком случае все три раздела: (1) системное учение о сущности, типологии систем и необходимых и достаточных их характеристиках, (2) об их движении, функционировании (динамические системы), (3) об их генезисе и развитии (теория развивающихся систем) — должны органично войти в состав будущей единой общей теории систем. Принципы материалистической диалектики, в том числе философский принцип системности, могут служить ее надежным основанием.

## *Глава 2*

### *ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ: СОСТОЯНИЕ, ПРИЛОЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ*

К ОТС нас привела загадка изомерии. Как известно, первоначально в науке, именно в химии, изомерией называли явление, заключающееся в существовании двух и более молекул одного состава, но различного строения. Таковы, например,  $\text{AgOCN}$  и  $\text{AgCNO}$ , изучение которых в 1822—1830 гг. привело Ю. Либиха, Ф. Велера и Я. Берцелиуса к открытию химической изомерии. Сто лет спустя, в 1921 г., О. Ган обнаружил ядерно-физическую изомерию, а 35 лет спустя, в 1956—1957 гг., при исследовании растений, животных, микроорганизмов нами была открыта биологическая изомерия. В частности, были зафиксированы восемь видов венчиков цветков льна-кудряша, различающихся строением и физиолого-биохимическими свойствами и тем не менее имеющих один и тот же состав — пять ничем не отличающихся друг от друга лепестков [89; 90].

В ходе детального изучения биоизомерии было выявлено поразительное совпадение (вплоть до самых мельчайших деталей) основных эмпирически обнаруженных классов изомерии молекул химических соединений и, казалось бы, резко от них отличных венчиков и листьев растений. Закономерно встал вопрос: каковы причины и границы столь разительного изомерийного изоморфизма? В поисках ответа мы, естественно, обратились к ОТС, в частности ОТС Л. Берталанти [8] и М. Месаровича [61; 63]. Однако это оказалось безрезультатным, и нам пришлось самостоятельно исследовать явление структурного

изоморфизма объектов неживой и живой природы. Начиная с 1968 г. в ряде публикаций [87; 88; 89; 91—93; 102] мы разрабатывали собственный вариант ОТС, что и позволило ответить на поставленные вопросы. Более того, впервые удалось показать, что изомеризация представляет собой одну из четырех основных форм изменения материи, что изомерия непосредственно связана с генезисом, симметрией, а также составом — структурой — свойствами объектов природы.

Еще до построения ОТС мы считали, что на «выходе» ОТС должна дать в руки исследователей своеобразный перечень того: 1) что должно быть, 2) что может быть, 3) чего не может быть у любых систем — материальных и идеальных, т. е. предполагалось, что данная теория должна была быть всеобщей. Но согласно формально-логическому закону обратного отношения объема и содержания понятия, возникала реальная опасность построения теории, которая в силу ее претензий на всеобщность ограничивалась бы лишь тривиальными утверждениями. Эти опасения высказывались В. Н. Садовским [72], К. Боулдингом [10], М. Месаровичем [61].

Так, видимо, и случилось бы, если бы мы пошли по формально-логическому пути, образуя все более общие понятия и теории посредством отбрасывания «второстепенных» признаков. Однако помимо этого традиционного способа существует противоположный способ образования общих понятий, теорий, состоящий в объединении, прибавлении новых признаков при сохранении всего накопленного человечеством знания в рассматриваемом отношении. Так возникли, например, современные понятия числа и теория чисел; понятия массы, энергии, пространства, времени и общая теория относительности. Даже в формальной логике, как отмечал Б. В. Плесский, исчисление высказываний, будучи частным случаем более общих логических систем исчисления предикатов I и II порядков, безусловно, уступает им и по содержанию и по объему. Аксиоматика узкого исчисления предикатов включает все аксиомы исчисления высказываний и содержит еще ряд специфических аксиом. Расширение объема этой теоретической дисциплины сопровождалось не исключением, а добавлением новых элементов в ее содержание [69]. В этой связи уместно напомнить высказывание Гегеля из «Науки логики»: «... понятие сохраняется в своем инобытии, всеобщее в своем обособлении...; на каждой ступени дальнейшего определения всеобщее поднимает выше всю массу своего предшествующего содержания и не только ничего не теряет вследствие своего диалектического поступательного движения, не только ничего не оставляет позади себя, но и уносит с собой все приобретенное и обогащается и уплотняется внутри себя» [20].

Возможность развития понятий и теорий не только «аналитически-общих» («формально-общих») в связи с разработкой ОТС обстоятельно обоснована В. С. Тютинным [5; 77; 82; 83]. Он доказал, что А. И. Уемову и нам удалось избежать «парадокса тривиальности» при создании ОТС и при определении ее центрального понятия «система».

Диалектическая теория развития требовала построения ОТС как теории возникновения, существования, изменения и развития систем природы, общества и мышления. Поэтому при создании ОТС главной ее задачей стала формулировка основных ее законов в виде законов системогенеза — преобразования и развития систем. В связи с этим ОТС должна была иметь не только гносеологический, логико-методологический, но и онтологический статус. Между тем Р. Акофф [3; 4] и В. Н. Садовский [72; 73] полагали, что ОТС возможна не как предметная теория, (онтологизированная), а как некая метатеория. Вряд ли нужно доказывать, что, будучи лишенной онтологической основы, ОТС как метатеория не смогла бы выполнять методологическую функцию. И по-видимому, не случайно, что именно избранный нами путь позволил создать ОТС и в виде особой, системной методологии, т. е. совокупности требований, которые должны выполняться при исследовании систем любой природы.

Далее, исходя из диалектического метода, необходимо было построить такую ОТС, с помощью которой можно было делать 1) обобщения, 2) предсказания, 3) давать объяснения, 4) ставить новые вопросы, 5) исправлять ошибки, 6) проводить четкие связи с важнейшими научными теориями и принципами, 7) осуществлять интеграцию, экономную «свертку» накопленных знаний на общем для науки языке, 8) наконец, ОТС должна была быть истинной и правильно построенной.

В результате мы подошли к критериям истинности и правильности. В качестве первого мы приняли не согласие с интуицией, разной у разных исследователей, а соответствие ОТС реальным системам: несоответствие им послужило бы сигналом к пересмотру предлагаемой концепции, соответствие — поводом для дальнейшего продвижения по избранному пути. Что касается критериев правильности, то за такие мы взяли метаматематические критерии полноты, непротиворечивости, независимости, в частности воспользовались критерием относительной непротиворечивости.

Использование этих критериев позволило доказать предложения ОТС посредством не только формально-логических, но и онтологических доводов (как в естество- и обществензнании).

Что касается критериев «обобщающей», «эвристической» (предсказательной), «объясняющей», «вопрошающей», «комму-

никационной», «интегрирующей», методологической возможностей (функций) ОТС, то в качестве таковых мы приняли наличие либо отсутствие в теории этих возможностей. Таким образом, наш подход к построению ОТС существенно отличается от предлагавшихся до сих пор и имевших фактически конвенционалистский характер (кроме ОТС А. И. Умова [см.: 85; 86]).

Далее, вслед за Р. Акоффом и М. М. Топером мы полагали, что ОТС не должна начинаться с изоморфизма, а точнее, с разнообразных соответствий в природе; ее задача — подвести к ним, и не только к изоморфизму, но и к необходимому его дополнению — полиморфизму. Противоположная точка зрения, ориентирующаяся только или преимущественно на поли- или изоморфизм, является односторонней, по существу метафизической и потому приводит к построению негармоничных теорий систем. В них, например, идея полиморфизма — многообразия композиций системы — не играет сколько-нибудь заметной роли. Вот почему одна из главнейших проблем системного подхода — выявление систем, к которым принадлежит исследуемый объект, — как ни парадоксально, вообще не ставилась системологами.

Идею важности построения внутренне гармоничной ОТС с должным вниманием как к изо-, так и к полиморфизму мы обосновывали неоднократно [см.: 91; 92]. И все же, по-видимому, эта идея еще недостаточно освоена системологами. Так, в книге А. И. Умова «Системный подход и общая теория систем» (1978) читаем, что «Ю. Урманцева интересуют прежде всего (?! — У. Ю.) симметрия и полиморфизм» и что «математический аппарат, применяемый Ю. Урманцевым, относится по существу к отношениям полиморфизма и симметрии...» [86. С. 142]. Именно поэтому мы сочли необходимым еще раз остановиться на проблеме поли- и изоморфизма в связи с построением общей теории систем.

## *1. Предпосылки ОТС*

Какими должны быть предпосылки ОТС? Очевидно, теория, претендующая на предельную общность (всеобщность), должна исходить из всеобщих предпосылок, а таким требованиям отвечают философские категории и законы. Поэтому, если мы хотим построить предельно общую теорию систем, она должна возводиться на фундаменте предпосылок, имеющих философский характер.

Для не полностью формализованной ОТС мы выбрали следующие пять аксиоматических условий: (1) *существование*,

(2) множество объектов, (3) единое, (4) единство, (5) достаточность.

При выборе условия (1) мы исходили из того, что существование является фундаментальной характеристикой системы. В соответствии с диалектическим материализмом существование мы сводим к трем его формам: 1) пространственной — «простиранию»; 2) временной — к «длению — брэнности»; 3) динамической — к «изменению + сохранению». Из них особенно важна третья форма, т. е. движение. (Подробнее о содержании терминов «простирание» и «дление — брэнность» см.: 100; 101.)

Условие (2) мы понимаем как множество самых различных объектов — материальных и идеальных. Фактически это «мир», каков он есть сам по себе, в его объективном существовании. *«Объектом» мы называем любой предмет как объективной, так и субъективной реальности.* Условие (2) приходится принимать во внимание потому, что невозможно построить систему, не имея нужных для этого объектов как своего рода строительных материалов.

Условие (3) — «единое» — представляет собой некоторое одинаковое для всех композиций («объектов-систем») данной системы («системы объектов данного рода») свойство (или признак), логически выступающее основанием классификации. В дальнейшем такие признаки мы будем называть  $A_i$  признаками. Необходимость учета условия (3) объясняется тем, что данную  $i$ -тую систему приходится строить из объектов лишь множества  $\{M_i^{(0)}\}$ , выделенного по основанию  $A_i^{(0)}$  и далее называемого *множеством первичных элементов*.

Условие (4) — «единство» — понимается двояко: и как такое отношение (в частном случае — взаимодействие) между «первичными» элементами, благодаря которому возникают объекты-системы, обладающие уже и новыми, целостными свойствами — аддитивными, неаддитивными, аддитивно-неаддитивными, и как отдельный объект — объект-система. Условие (4) имеет фундаментальное значение для существования систем. Категория единства важна для ОТС, так как благодаря ей конкретизируется проявление основного закона диалектики — закона единства и «борьбы» противоположностей (см. об этом подробнее параграф 13 данной главы).

Условие (5) — «достаточность» — понимается в том же смысле, какой имеют в виду, когда говорят о необходимости достаточного количества материала и необходимых условий для сооружения какого-либо объекта. Без достаточного количества «первичных» элементов и достаточных оснований построение

и существование какой бы то ни было системы невозможны. В сущности условие (5) совпадает с «*принципом достаточного основания*» Г. В. Лейбница, который писал в «Монадологии», что «ни одно явление не может оказаться истинным или действительным, ни одно утверждение справедливым без достаточного основания, почему дело обстоит так, а не иначе...» [42. С. 347].

Предпосылки (1) — (5) и правила логики позволяют получить все определения и предложения ОТС.

## 2. Вывод и определение понятий «объект-система», «пустая (нуль) система»

К понятию объекта-системы мы пришли следующим образом. Пользуясь условиями (1) — (5), мы можем утверждать, что «*существует множество объектов*». Это означает, что мы образовали комбинацию (1) (2), которая сводится к утверждению о существовании так называемого универсального множества  $\{U\}$ , принятого в теории множеств. Онтологически же это суждение совпадает с суждением о существовании мира.

Далее принятые условия (предпосылки) позволяют утверждать, что «*существует множество объектов единых*», что равносильно образованию комбинации (1) (2) (3). Этому размещению отвечают находимые как в объективной, так и в субъективной реальности специфические подмножества объектов  $\{M_i^{(0)}\}$ , выделенные согласно признакам  $A_i^{(0)}$  из существующего бесконечного множества объектов мира, т. е. из  $\{U\}$ . Таким образом, любое  $\{M_i^{(0)}\}$  равно или содержится в  $\{U\}$ :  $\{M_i^{(0)}\} \subseteq \{U\}$ . Такие подмножества — «*множества первичных элементов*» — могут быть конечными или бесконечными, размытыми или неразмытыми, одинаковой или разной мощности; они могут быть одно- или разноэлементными, т. е. иметь простой или сложный состав.

*Примеры множеств «первичных» элементов:* 1) совокупность атомообразующих элементарных частиц — протонов, нейтронов, электронов, которым соответствует множество признаков  $\{A_a^{(0)}\}$  (индекс «а» — от слова «атом»); 2) совокупность «точек», «прямых», «плоскостей», позволяющих построить концептуальное пространство и выделенных согласно признакам  $\{A_n^{(0)}\}$  (п — от слова «пространство»); 3) совокупность отражений в плоскостях —  $\{\sigma\}$ , позволяющих получить все классические симметрические преобразования, выделенные согласно признакам  $\{A_c^{(0)}\}$  (с — от слова «симметрия»).

Теперь в соответствии с предпосылками образуем комбинацию (1) (4) (2) (3) — «существует единство множества

объектов единых», или, что то же, «*существует единство «первичных» элементов*». Эта комбинация означает, что выделенные по признакам  $a \in \{A_i^{(0)}\}$  объекты каждого существующего специфического множества объектов  $\{M_i^{(0)}\}$  находятся в известных —  $i$ -тых — отношениях единства  $R_i$ . Так, электроны, протоны, нейтроны могут вступить и вступают в атомообразующие отношения — особого рода взаимодействия —  $r \in \{R_a\}$ ; «точки», «прямые», «плоскости» могут находиться, а в известных условиях и находятся в отношениях  $r \in \{R_n\}$ : «лежит на . . .», «между», «конгруэнтны», «параллельны» . . .; плоскости отражения могут, согласно отношениям  $r \in \{R_c\}$ , пересекаться под всевозможными углами.

В силу двоякого смысла понятия «единство» комбинация (1) (4) (2) (3) означает и «*существование нового объекта*» как единства существующего множества единых объектов. В самом деле, единство протонов, нейтронов, электронов — это атом; единство «точек», «прямых», «плоскостей» суть концептуальное пространство; единство плоскостей отражения — симметрическое преобразование.

Наконец, необходимо учесть, что отношения единства  $R_i$ , где бы они ни возникали (в природе или в уме человека), должны подчиняться требованиям определенных законов: атомообразующие взаимодействия — законам атомной физики  $z \in \{Z_a\}$ , пространствообразующие — аксиомам связи, порядка, конгруэнтности, непрерывности, параллельности и следующим из них теоремам  $z \in \{Z_n\}$ , создающие симметрию — аксиомам теории групп  $z \in \{Z_c\}$ .

В силу сказанного правомерно: 1) все объекты, возникающие благодаря отношениям единства  $R_i$  в соответствии с условиями  $Z_i$  из ряда объектов  $\{M_i^{(0)}\}$ , назвать *композициями* или  $k_i^j$ ; 2) участвующие в образовании композиций объекты из  $\{M_i^{(0)}\}$  — «*первичными*» *элементами*; 3)  $\{M_i^{(0)}\}$  —  $i$ -ми множествами «первичных» элементов; 4) законы единения (условия, ограничивающие отношения единства) — *законами композиции*, или  $Z_i$ .

Теперь можно дать следующее определение объекта-системы.

*Определение 1.* Объект-система (OS) — это композиция, или единство, построенное по отношениям (в частном случае — взаимодействиям)  $\Gamma$  множества  $\{R_{OS}\}$  и ограничивающим эти отношения условиям  $z$  множества  $\{Z_{OS}\}$  из «первичных» элементов  $m$  множества  $\{M_{OS}^{(0)}\}$ , выделенного по основаниям  $a$  множества  $\{A_{OS}^{(0)}\}$  из универсума  $\{U\}$ . При этом множества  $\{Z_{OS}\}$ ;  $\{M_{OS}^{(0)}\}$



и  $\{R_{OS}\}$ ;  $\{Z_{OS}\}$  и  $\{R_{OS}\}$  и  $\{A_{OS}^{(0)}\}$  могут быть пустыми или содержать один, два, ..., бесконечное число одинаковых или разных элементов.

*Предложение 1.* Любой объект  $O$  есть объект-система ( $OS$ ).

Справедливость этого утверждения следует из определения 1, согласно которому объект, состоящий даже из одного «первичного» элемента — самого себя, уже есть объект-система. Очевидно, в этом случае множества отношений и законов композиции — пустые, т. е.  $\{R_{OS}\} = \emptyset$ ,  $\{Z_{OS}\} = \emptyset$ .

Более того. Важным частным случаем объекта-системы является также *пустая*, или *нуль-система*, т. е. система, не содержащая ни одного элемента. Очевидно, в этом случае множества  $\{A_{OS}^{(0)}\}$ , а стало быть, и  $\{M_{OS}^{(0)}\}$ ,  $\{Z_{OS}\}$ ,  $\{R_{OS}\}$  — пустые. Кстати, все эти множества — примеры пустых систем. Естественно, и само множество также пример объекта-системы: в этом случае  $\{Z_{OS}\} = \emptyset$ ,  $\{R_{OS}\} = \emptyset$ , а  $\{M_{OS}\} \neq \emptyset$ . Поистине «единица» — множество, как и множество — «единица».

В зависимости от мощности множеств  $\{M_{OS}^{(0)}\}$ ,  $\{R_{OS}\}$ ,  $\{Z_{OS}\}$  объекты-системы могут быть *простыми*, *сложными*, *сверхсложными*.

*Это различие можно провести по семи основаниям:*

1) «первичным» элементам, 2) отношениям единства, 3) законам композиции, а также по 4) элементам + отношениям, 5) элементам + законам, 6) отношениям + законам, 7) элементам + отношениям + законам.

Поскольку выделение любого объекта как объекта-системы из среды по «первичным» элементам, отношениям единства, законам композиции невольно сопряжено с ограниченностью восприятия действительности, постольку оно сопровождается разрывом его «живых» связей, омертвлением его «деятельности»; поэтому его выделение всегда и относительно. В реальности любой объект-система тысячами нитей (отношениями разных типов и видов) связан с другими объектами-системами, и в зависимости от задач исследования его можно рассматривать и как самостоятельный объект-систему, и как подсистему («первичный» элемент) другого, более сложного объекта-системы.

Преувеличенный интерес к этому аспекту взаимоотношений объектов-систем разной сложности, уровня организации с необходимостью привел к развитию концепции об *иерархических объектах-системах*. М. Месарович, Д. Мако, И. Такахага предложили математическую теорию иерархических многоуровневых систем [62]. Одно время казалось, что любые объекты-системы, более того, любые системы только иерархические. Одной из причин такого неправильного представления послужили весьма

распространенные определения систем вообще лишь как неких «целостностей», «единств».

Из 34 рассматриваемых В. Н. Садовским [73] и далее анализируемых А. И. Уемовым [86] определений системы вообще 27 из них (т. е. подавляющее большинство) фактически совпадают с представлением о системе как особом «единстве», «целостности», «целостном единстве». Таковы определения Л. Берта-ланфи, К. Черри, Дж. Клира, А. Раппопорта, В. И. Вернадского, О. Ланге, П. К. Анохина, Л. А. Блюменфельда, И. В. Блауберга, В. Н. Садовского и Э. Г. Юдина. В сущности все эти определения можно рассматривать как весьма приближенные определения «объекта-системы». Рассмотрим типичный пример.

И. В. Блауберг, В. Н. Садовский, Э. Г. Юдин считают, что 1) система представляет собой целостный комплекс взаимосвязанных элементов; 2) она образует особое единство со средой; 3) обычно исследуемая система представляет собой элемент системы более высокого порядка; 4) элементы любой исследуемой системы в свою очередь обычно выступают как системы более низкого порядка [73]. А. И. Уемов справедливо считает, что признаки 3 и 4 «не могут быть включены в определение, поскольку... это не общие признаки всех систем, а лишь «обычно» встречающиеся. Обычно натуральные числа, с которыми мы имеем дело, не очень велики. Но это не значит, что указанный признак следует включать в общее определение натурального числа» [86].

И все же главный недостаток определений системы как (фактически) особого рода объекта-системы заключается в том, что в этих дефинициях не учитывается существование кроме объектов-систем еще и систем объектов-систем одного и того же рода, что служит основной причиной неполноты всех так называемых целостных дефиниций системы. Докажем это, одновременно продолжив построение ОТС.

### *3. Вывод и определение понятия «система объектов одного и того же рода». Закон системности. Алгоритм построения системы объектов данного рода*

Комбинация (1) (4) (2) (3) — «существует единство множества объектов единых» — означает и «существует объект-система». Но «существует» значит покоится или изменяется. Покой объекта-системы можно рассматривать как его непрерывный переход (во времени) в себя, а логически — как *тождественное преобра-*

зование. Впервые это преобразование как системное было эк-сплицировано А. В. Маликовым. Изменение же объекта-систе-мы всегда приводит к переходу его по определенным законам в один или большее число других объектов-систем. Последние в свою очередь превращаются в третьи, третьи — в четвертые объекты-системы и т. д. Причем если учесть, что движение абсолютно, а покой относителен, то естественно признать такие превращения неизбежными. Возникающие таким способом объекты-системы могут оказаться качественно одинакового или (и) разного рода.

*Определение 2.* Система объектов данного (*i*-го) рода — это в сущности закономерное множество объектов-систем одного и того же рода. Причем выражение «одного и того же, или данного, рода» означает, что каждый объект-система обладает общими, родовыми признаками (одним и тем же качеством), а именно: каждый из них построен из всех или части фиксиро-ванных «первичных» элементов  $m$  множества  $\{M_i^{(0)}\}$  в соответст-вии с частью или со всеми фиксированными отношениями  $\gamma$  мно-жества  $\{R_i\}$ , с частью или со всеми фиксированными законами композиции  $z$  множества  $\{Z_i\}$ , реализованными в рассматривае-мой системе объектов данного рода. Как для объекта-системы, так и для системы объектов одного и того же рода множества  $\{Z_i\}$ ,  $\{R_i\}$  и  $\{M_i^{(0)}\}$  могут быть пустыми или содержать от одного до бесконечного числа элементов.

Весьма наглядным примером системы объектов одного и того же рода являются предельные углеводороды  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$ , ...,  $C_{S-1}H_{2(S-1)+2}$ ,  $C_S H_{2S+2}$ : все они построены из одних и тех же «первичных» элементов С и Н в соответствии с одним и тем же отношением химического сродства и согласно одному и тому же закону композиции вида  $C_n H_{2n+2}$  ( $n=1, 2, 3, \dots, S$ ).

Примерами систем объектов тех или иных родов могут слу-жить и системы точечных, линейных, плоских, пространственных (классических и неклассических) групп симметрии, системы чисел натурального ряда, периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева, гомологические ряды в химии и в биологии, периодическая система венчиков и цветков расте-ний, естественные и искусственные системы растений и жи-вотных, система общественно-экономических формаций, лингви-стическая система из шести слов-изомеров — сон, нос, нсо, сно, онс, оcn.

Из определения 2 и приведенных примеров следует, что система объектов одного и того же рода — это закономерная совокупность в общем случае не входящих друг в друга, отдельно существующих объектов-систем, а не один объект, устроенный по

типу русских матрешек. Уже это доказывает неполноту определений «системы вообще» только как «объекта-системы вообще» и иерархического объекта-системы в особенности.

Исключительно широкое распространение систем объектов тех или иных родов в природе, обществе, мышлении дает основание полагать, что существует некий закон, сохраняющий свою справедливость для неживой, живой природы и общества. И такой закон действительно существует.

*Предложение 2. Закон системности.* Любой объект есть объект-система и любой объект-система принадлежит хотя бы одной системе объектов данного рода.

Справедливость этого закона прямо следует из определений 1, 2 и предложения 1. Заметим, что здесь и далее тем или иным предложениям дается статус «закона ОТС» в том случае, если они, отображая существенные, повторяющиеся особенности систем, имеют фундаментальное онтологическое и гносеологическое значение.

Закон системности по охвату реальности — один из абсолютных законов ОТС. Его проявления в природе, обществе и мышлении не могли бы быть осознаны без ясного понимания и онтологического статуса ОТС, без отвечающего требованию полноты определения объекта-системы, без открытия существования принципиально нового вида систем — систем объектов одних и тех же родов.

С законом системности связаны два алгоритма: алгоритм представления объекта как объекта-системы (см. параграф 2 настоящей главы) и алгоритм построения системы объектов одного и того же рода, к изложению которого мы и переходим.

*Алгоритм построения системы объектов данного рода.* В самом общем виде данный алгоритм можно свести к четырем основным шагам:

1. К отбору из универсума  $\{U\}$  по единому основанию  $A_i^{(0)}$  некоторой совокупности «первичных» элементов  $\{M_i^{(0)}\}$ .

2. К наложению на «первичные» элементы определенных отношений единства  $R_i^{(1)}$  и к образованию благодаря этому по закону  $Z_i^{(1)}$  множества объектов-систем (композиций)  $\{M_i^{(1)}\}$ .

3. К такому изменению композиций множества  $\{M_i^{(1)}\}$  и к такому выводу (согласно отношениям  $R_i^{(2)}$ ,  $R_i^{(3)}$ , ...,  $R_i^{(S)}$  и законам композиции  $Z_i^{(2)}$ ,  $Z_i^{(3)}$ , ...,  $Z_i^{(S)}$ ) множеств композиций  $\{M_i^{(2)}\}$ ,  $\{M_i^{(3)}\}$ , ...,  $\{M_i^{(S)}\}$ , при которых эти композиции оказываются построенными из части или всех «первичных» элементов одного и того же множества  $\{M_i^{(0)}\}$ .

4. К выводу всех возможных для данных  $A_i$ ,  $R_i$ ,  $Z_i$  объектов-

$m=1$  $1-, 0+$ $1+, 0-$	$m=5$  $5-, 0+$ $5+, 0-$	$m=6$  $6-, 0+$ $6+, 0-$
$m=2$  $1+, 1-$ $2-, 0+$ $2+, 0-$	$m=8$  $4-, 1+$ $4+, 1-$	$m=14$  $5+, 1-$ $5-, 1+$
$m=3$  $3-, 0+$ $3+, 0-$	$m=10$  $3-, 2+ \text{цис}$ $3+, 2- \text{цис}$	$m=12$  $4+, 2- \text{цис}$ $4-, 2+ \text{цис}$
$m=4$  $2-, 1+$ $2+, 1-$	$m=12$  $3-, 2+ \text{транс}$ $3+, 2- \text{транс}$	$m=14$  $4+, 2- \text{транс}$ $4-, 2+ \text{транс}$
$m=6$  $4-, 0+$ $4+, 0-$		$m=14$  $4+, 2- \text{транс, транс}$ $4-, 2+ \text{транс, транс}$
$m=6$  $3-, 1+$ $3+, 1-$		$m=14$  $3+, 3- \text{цис}$ $3-, 3+ \text{цис}$
$m=6$  $2+, 2- \text{цис}$ $2-, 2+ \text{цис}$		$m=14$  $3+, 3- \text{транс}$ $3-, 3+ \text{транс, транс}$

Рис. 1. Изомерийно-неизомерийная система циклических венчиков со стыкующимися лепестками ( $m=1 \div 6$ ). Плюсы и минусы при стыках указывают на характер последних; символы в скобках — виды симметрии;  $m$  — число лепестков,  $P$  — число изомеров

систем множества  $\{M_i\}$ , или системы объектов данного —  $i$ -го — рода  $S_i = \{M_i\} = \{M_i^{(0)}, M_i^{(1)}, M_i^{(2)}, \dots, M_i^{(S)}\}$ .

**Пример биологический.** Построим систему циклических венчиков со стыкующимися лепестками [см.: 93].

Для этого, согласно шагу 1, по основанию  $A_l^{(0)}$  выделим множество первичных элементов  $\{M_l^{(0)}\} = \{l\}$ , содержащее лепестки (индекс «л» — лепесток). Согласно шагу 2, наложим на лепестки отношения  $R_b^{(1)}$  (взаимоналожения по кругу краев одних лепестков на края других) и по закону  $Z_b^{(1)} = P(m, r) = \frac{1}{m}$

$\sum_{k|m} r^k \varphi\left(\frac{m}{k}\right)$  ( $m=1$ ) образуем первые два венчика значности:

$1+, 0-$  и  $1-, 0+$ , а тем самым и множество  $\{M_b^{(1)}\} = \{1+, 0-; 1-, 0+\}$  из таких венчиков (см. рис. 1).

Согласно шагу 3, изменим композиции множества  $\{M_b^{(1)}\}$ , т. е. венчики  $1+$ ,  $0-$  и  $1-$ ,  $0+$  (по отношениям  $R_b^{(2)} = R_b^{(3)} = \dots = R_b^{(S)} = R_b^{(1)}$ ) и закону композиции  $Z_b^{(2)} = Z_b^{(3)} = \dots = P(m, r) = \frac{1}{m} \sum_{k|m} r^k \varphi\left(\frac{m}{k}\right)$  таким образом, что образуем все возможные циклические венчики с числом стыкующихся лепестков  $m = 2, 3, 4, 5, \dots, s$ ; а тем самым и множества  $\{M_b^{(2)}\} = \{1+, 1-; 2-, 0+; 2+, 0-\}$ ,  $\{M_b^{(3)}\} = \{3+, 0-; 3-, 0+; 2+, 1-; 2-, 1+\}$ ,  $\dots$ ,  $\{M_b^{(S)}\} = \{S+, 0-; S-, 0+; (S-1)+, 1-; (S-1)-, 1+; \dots\}$  (см. рис. 1).

Наконец, согласно шагу 4, получим систему циклических венчиков со стыкующимися лепестками  $S_b = \{M_b\} = \{M_b^{(0)}, M_b^{(1)}, M_b^{(2)}, \dots, M_b^{(S)}\}$ , частично схематически изображенную на рис. 1 ( $m = 1 \div 6$ ).

Построение системы объектов данного рода позволяет определить понятие «абстрактная система», или просто «система».

#### 4. Вывод и определение понятия «абстрактная система»

Изучая особенности циклических венчиков со стыкующимися лепестками, мы обнаружили [93], что по таким признакам, как (не) четность числа лепестков  $m$ , (не) четность числа значных состояний венчика  $Z = m + 1$ , изомерия —  $I$ , симметрия —  $S$ , система является периодической, ибо с переходом из одной ее клетки в другую все эти признаки изменяются периодически. Далее мы установили, что свойства изомерных совокупностей по ходу системы изменяются по следующему закону: четность, изомерия, симметрия изомерийных совокупностей циклических венчиков находятся в периодической зависимости от числа лепестков  $m$ , совпадающего с номером клетки в системе.

Теперь нетрудно заметить изоморфизм данного закона закону системы химических элементов, установленному в 1869 г. Д. И. Менделеевым и уточненному в 1913 г. Ван дер Бруком и Г. Мозли. Согласно этому закону, *свойства химических элементов находятся в периодической зависимости от числа положительных зарядов их атомных ядер  $Z$ , совпадающего с номером клетки в системе.*

Как видно, оба периодических закона (химических элементов и циклических венчиков) в принципе одинаковы. Они лишь две различные реализации одного и того же абстрактного зако-

на дискретной периодической системы  $S_p$ , согласно которому  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_k$  свойства объектов-систем системы  $S_p$  находятся в периодической зависимости от  $N$ , совпадающего с номером клетки в  $S_p$  системе.

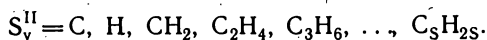
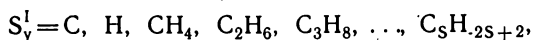
В результате мы подходим к идее системы объектов одного и того же типа, например периодического, генеалогического, сетчатого, иерархического и т. д. Приведенные системы (венчиков растений и химических элементов), а также системы кристаллографических индексов [75], метаболических путей [47], структуры фауны и флоры в связи с размерами организмов [107], кариотипов цветковых растений [16] представляют собой конкретную реализацию системы одного и того же типа — периодического (прерывного или непрерывного).

Это означает, что системы объектов одних и тех же родов можно объединять во все более и более крупные единицы — в системы объектов одних и тех же семейств, классов, типов и т. д. Тем не менее все они из-за инвариантности определения 2 относительно такого объединения в свою очередь могут быть интерпретированы как системы объектов одних и тех же родов, но разной степени общности. В пределе движение от менее ко все более общим системам в конце концов приводит к системе вообще.

*Определение 3.* Система  $S$  — это множество объектов-систем, построенное по отношению  $g$  множества отношений  $\{R\}$ , законам композиции  $z$  множества законов композиций  $\{Z\}$  из «первичных» элементов  $m$  множества  $\{M^{(0)}\}$ , выделенного по основаниям  $a$  множества оснований  $\{A^{(0)}\}$  из универсума  $U$ . При этом множества  $\{Z\}$ ;  $\{Z\}$  и  $\{R\}$ ;  $\{Z\}$ ,  $\{R\}$  и  $\{M^{(0)}\}$  могут быть и пустыми.

Сделаем три замечания к данному определению.

*Замечание 1.* Основное в определении системы — это тройка символов  $A^{(0)}$ ,  $R$ ,  $Z$ . Первые два ( $A^{(0)}$ ,  $R$ ) во многие определения системы были введены до нас. Понятие о законе композиции было сформулировано и введено нами в определение системы в 1968 г. Это было сделано в связи с тем, что в ряде случаев без указания  $Z_i$  однозначное определение системы данного —  $i$ -го — рода невозможно. Например, пусть  $A_C^{(0)}$  — основание для выделения атомов углерода  $C$ ,  $A_H^{(0)}$  — атомов водорода  $H$ ,  $R_y$  — отношение химического сродства. Тогда по  $A_C^{(0)}$ ,  $A_H^{(0)}$ ,  $R_y$  можно было бы получить по крайней мере две системы углеводов:



Это значит, что лишь по  $\{A_y^{(0)}\}$  и  $R_y$  однозначно задать систему невозможно. Однако мы получим именно систему  $S_y^I$  или  $S_y^{II}$ , если дополнительно укажем на закон композиции соответственно  $Z_y^I = C_n H_{2n+2}$  или  $Z_y^{II} = C_n H_{2n}$ .

Таким образом, указание в определении конкретной или абстрактной системы на закон ее композиции для ряда систем действительно необходимо. Между тем в существующих определениях систем даже у М. Месаровича и А. И. Уимова указание на закон композиции отсутствует, в силу чего такие определения могут приводить к неоднозначным результатам.

*Замечание 2.* Стремление ко все более общему и содержательному определению системы, желание удержать то ценное, что было создано системологами, и прежде всего А. И. Уимовым, автором параметрического варианта ОТС, и М. Месаровичем, автором теоретико-множественного варианта ОТС, заставило нас дополнить определение системы указанием на то, что множества  $\{Z\}$ ;  $\{Z\}$  и  $\{R\}$ ;  $\{Z\}$  и  $\{R\}$  и  $\{A^{(0)}\}$  могут быть пустыми.

Действительно, в случае когда множество законов композиции пустое, т. е.  $\{Z\} = \emptyset$ , возможно определение системы, основанное только на  $\{A^{(0)}\}$  и  $\{R\}$  (дефиниция А. И. Уимова) [86]. Если же принять во внимание случай, когда и  $\{Z\} = \emptyset$  и  $\{R\} = \emptyset$ , то можно прийти к определению системы, основанному только на  $\{A_{(0)}\}$ , например данному М. Месаровичем [63].

*Замечание 3. ОТС и теория множеств.* Ю. А. Шрейдер противопоставляет системный подход теоретико-множественному [115; 116]. Но согласно закону системности, множество и теории множеств суть системы, они должны и действительно принадлежат соответственно системе множеств и системе теорий множеств. В этом легко убедиться, просмотрев лишь первые главы современных книг по теории множеств, например, Н. Бурбаки [12] или К. Куратовского и А. Мостовского [41]. С точки зрения ОТС множество есть система, построенная лишь по основанию  $A^{(0)}$  из заранее заданных элементов. Между тем система конструируется в одних случаях только из заранее заданных элементов — в виде множества  $\{M^{(0)}\}$ ; в других, более общих случаях — как из заранее заданных элементов, так и тех композиций, которые составляются по закону  $Z$  из множества «первичных» элементов  $\{M^{(0)}\}$ . Следовательно, теоретико-множественный подход является частным случаем системного подхода и было бы неправильным противопоставлять их. Другими словами, ОТС включает в себя теорию множеств и не может быть сведена к ней, в чем мы согласны с Ю. А. Шрейдером.

Итак, мы выявили и определили основные понятия ОТС



(«объект-система», «система объектов одного и того же рода», «абстрактная система»). Теперь, исходя из определения разного рода систем, мы разовьем систему предложений ОТС и дадим выводы законов преобразования объектов-систем.

## 5. Основной закон ОТС

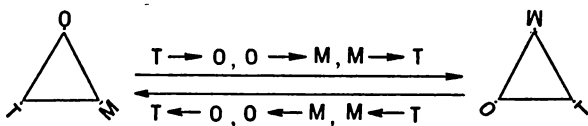
*Предложение 3.* Существуют лишь четыре основных преобразования объекта-системы в рамках системы объектов одного и того же рода, именно: тождественное, количественное, качественное, относительное, или, что то же, преобразования в себя, количества, качества, отношений «первичных» элементов.

Докажем это утверждение. Объект-система уже в силу своего существования либо покоится, либо изменяется. В первом случае благодаря тождественному преобразованию он непрерывно переходит в себя, во втором — в объекты-системы качественно одинакового (одного и того же) или разных родов.

Очевидно, рассматривая преобразования объектов-систем в рамках системы объектов одного и того же рода, мы уже по одному этому условию обязаны считать законы композиции  $z \in \{Z_i\}$  при таких переходах неизменными. Однако при фиксированном  $\{Z_i\}$  в объекте-системе по определению нельзя изменить ничего другого, кроме количества, качества, отношений единства «первичных» элементов. В результате мы приходим лишь к четырем преобразованиям: тождественному (в случае перехода объекта-системы в себя), количественному, качественному, относительному (для случаев превращения его в другие объекты-системы).

Пример *тождественного* преобразования:  $\text{сон} \rightleftharpoons \text{сон}$ . В этом случае количество, качество, отношения букв не изменяются.

Примеры *количественных* преобразований:  $\text{сон} \xrightleftharpoons[\text{—м}]{\text{+м}} \text{сонм}$ . В этом случае ни качество, ни отношения (линейный порядок и качество букв) не изменяются.



Примеры *качественных* преобразований (букв друг в друга)

Предполагается возможность отождествления этих равно-сторонних треугольников и букв их вершин посредством различ-

ных поворотов в пространстве. При таких условиях качественное преобразование букв и треугольника ТОМ в треугольник ОМТ и наоборот не изменяет ни количества, ни отношений его «первичных» элементов (сторон, букв, углов).

Примеры *относительных* преобразований (перестановок): ТОМ  $\rightarrow$  МОТ. Количество и качество букв при этих перестановках не изменяются.

Из четырех основных преобразований сочетанием их по 1, по 2, по 3, по 4 можно получить 4 основных и 11 производных преобразований (всего 15) (см. табл. 1). При этом полнота перебора в табл. 1 всех вариантов преобразований доказывается про-

стой констатацией того, что  $\sum_{i=1}^4 C_4^i = 2^4 - 1 = 15$ .

При сопоставлении 2-го преобразования с 9-м, 3-го с 10-м, ..., 8-го с 15-м нетрудно заметить несущественные, чисто количественные отличия их друг от друга. Если мы учтем принципиальную тождественность преобразований 2—8 соответствующим им преобразованиям 9—15 и одновременно не упустим из виду количественного их аспекта, то придем к фундаментальному обобщению, с которым связаны все предложения ОТС (поэтому оно названо центральным).

Таблица 1. Список основных и производных преобразований объекта-системы в рамках системы объектов данного рода

Виды преобразований\*

1 — Т*	6 — КлО	11 — ТО
2 — Кл	7 — КчО	12 — ТКлКч
3 — Кч	8 — КлКчО	13 — ТКлО
4 — О	9 — ТКл	14 — ТКчО
5 — КлКч	10 — ТКч	15 — ТКлКчО

\* Т — тождественное, Кл — количественное, Кч — качественное, О — относительное преобразование.

*Центральное предложение ОТС — основной закон системных преобразований объекта-системы:* объект-система в рамках системы объектов одного и того же рода благодаря своему существованию переходит по законам  $z \in \{Z_i\}$  А) либо в себя — посредством тождественного преобразования, Б) либо в другие объекты-системы — посредством одного из семи, и только семи, различных преобразований, именно изменений: 1) количества, 2) качества, 3) отношений, 4) количества и качества, 5) количества и отношений, 6) качества и отношений, 7) количества, качества, отношений всех или части его «первичных» элементов.

С точки зрения центрального предложения одним и тем же названием, например «*Кл преобразование*», обозначаются и преобразования, изменяющие числа каждого «первичного» элемента объекта-системы, и преобразования, изменяющие числа лишь части его «первичных» элементов.

Далее. Это предложение показывает, что вся совокупность системных преобразований состоит из одного тождественного и семи нетождественных. Знание числа и качества их имеет немаловажное значение. Так, исходя из этого знания, мы можем утверждать, что только семью различными способами неживая, живая природа и общество могут творить свои объекты-системы. Между тем принципиально важный вопрос о числе и виде способов порождения (преобразования) объектов ни философы, ни естествоиспытатели еще не ставили, за исключением разве Демокрита из Абдеры [подробнее об этом см. 94], даже тогда, когда постановка данного вопроса и ответ на него буквально напрашивались при создании различных эволюционных и генетических концепций. Это обусловило неполноту этих концепций. Например, А. Н. Северцов [74], перечисляя в созданной им теории развития онтогенеза модусы филэмбриогенеза, из семи возможных называет только два — изменение числа (*пролонгацию* — удлинение, *аббревиацию* — укорочение) и качества (*девиацию* — уклонение) этапов эмбриогенеза. Пять других модусов филэмбриогенеза, несмотря на наличие фактического материала, им не выделяются. Аналогично обстоит дело и с синтетической теорией эволюции, с различными морфогенетическими концепциями. Например, морфогенез пытаются свести в конечном счете лишь к увеличению или уменьшению числа и размеров клеток, к их дифференциации и дедифференциации, т. е. к 1) и 2) способам производства объектов-систем, и не учитывают пять других — 3), 4), 5), 6), 7) — способов их преобразований. Это с необходимостью требует дополнения указанных концепций на  $5/7^*$ .

\* Исходя из центрального предложения ОТС, естественно ожидать широчайшего проявления в материальном и идеальном мире (в последнем случае не всегда осознанно) соотношений, выражаемых двумя

числами — семеркой и лежащей в ее основе тройкой (так как  $7 = \sum_{i=1}^3 C_3^i$ )

— в виде неких универсальных констант, что действительно имеет место и осознание чего сопровождалось даже их некоторой фетишизацией. Мы полагаем, что широкая распространенность семерки и лежащей в ее основе еще более фундаментальной тройки есть следствие объективной «причины» — основного закона ОТС. Мифические силы тут ни при чем: для объяснения загадки широкого распространения семерки и тройки вполне достаточно причин земных.

Так обстоит дело с преобразованием отдельного объекта-системы. Если же рассматривать преобразования совокупности объектов-систем, то в этом случае число таких преобразований будет значительно больше восьми.

*Предложение 4.* Совокупность объектов-систем в рамках системы объектов одного и того же рода благодаря своему существованию будет переходить по законам  $z \in \{Z_i\}$  либо в себя — посредством тождественного преобразования, либо в другие совокупности объектов-систем — посредством одного из 254 (и только 254) различных способов.

В этом случае увеличение числа способов преобразования с 8 до 255 объясняется просто: преобразование одной совокупности объектов-систем в другие может происходить не только одним из 8, но и любыми 2 из 8, 3 из 8, ..., 8 из 8 способов.

$$A \sum_{i=1}^8 C_8^i = 2^8 - 1 = 255.$$

Разумеется, данные выкладки справедливы лишь для принятых здесь условий. Если же, например, различать порядок преобразований (что может оказаться важным при изучении протекания «реакций» во времени), а также кратность использования при этом каждого способа преобразования, то число различных «переделок» может возрасти до бесконечности.

Итак, мы описали все системные преобразования, возможные с точки зрения разработанной нами ОТС. Теперь проанализируем их и с точки зрения теории групп.

## *6. Теория групп неэволюционных, эволюционных системных преобразований, антипреобразований и их инвариантов. Формы изменения, развития, сохранения материи*

*Определение 4.* Произвольное множество  $G$  с заданным на нем действием  $*$  называется группой, если:

а) для каждых  $a, v \in G$  произведение  $a * v$  принадлежит  $G$ ;  
 б) для любых трех элементов  $a, v, c \in G$  выполняется равенство  $(a * v) * c = a * (v * c)$ , т. е. действие умножения, заданное на  $G$ , ассоциативно;

в) существует такой элемент  $e \in G$ , что для каждого  $a \in G$  имеем  $a * e = e * a = a$ , причем элемент  $e$  называется *нейтральным (единичным, нулевым)* для действия  $*$ ;

г) для каждого элемента  $a \in G$  существует такой единственный элемент  $v \in G$ , что  $a * v = v * a = e$ .

Существует множество примеров группы. Так, множество

$Z$  всех целых чисел для действия сложения является группой. Действительно, сумма целых чисел — это тоже целое число. Действие сложения целых чисел имеет ассоциативное свойство. Нейтральным элементом для действия сложения целых чисел служит число 0, потому что для каждого  $a \in Z$  имеем  $a + 0 = 0 + a = a$ . Кроме того, для каждого числа  $a \in Z$  существует такое число  $-a \in Z$ , что  $a + (-a) = (-a) + a = 0$ . Следовательно, множество  $Z$  всех целых чисел — группа.

Если группа состоит из конечного числа элементов, то она называется *конечной группой*, а число элементов в ней называется *порядком группы*. Далее. Пустое подмножество  $A$  группы  $G$  считается *подгруппой*, если вместе с каждым элементом  $a$  оно содержит также и обратный ему элемент  $a^{-1}$  и вместе с каждым двумя элементами  $a, b$  оно содержит и их произведение  $ab$ . Очевидно, всякая подгруппа данной группы  $G$  является группой относительно той операции, которая определена в  $G$ . Пример: аддитивная группа всех четных чисел является подгруппой аддитивной группы всех целых чисел.

Конечную группу удобно задавать в виде так называемой таблицы «умножения» группы — схемы Кэли\*. Элементы группы располагаются в верхней строке и в том же порядке в левом столбце таблицы, а внутри ее размещаются «произведения» элементов (см. табл. 2).

Таблица 2. Схема Кэли группы порядка 2 с элементами 1,  $-1$ .

F		1	$-1$
1		1	$-1$
$-1$		$-1$	1

В этой группе два элемента:  $+1$  и  $-1$ , закон их композиции задан символом F — в данном случае в виде обычного умножения в качестве бинарной операции. Вообще же закон композиции элементов группы может сильно отличаться от обычного умножения или сложения, поэтому применительно к группе говорят не просто об умножении, а об «умножении», имея в виду расширительное толкование этого термина, в чем можно убедиться, анализируя приводимые ниже схемы Кэли системных преобразований и антипреобразований.

\* Таблицы «умножения» группы названы схемами или таблицами Кэли в честь английского математика А. Кэли, который впервые ввел их в высшую алгебру в 1854 г.

Групповая природа той или иной совокупности элементов является лишь математическим выражением внутренней симметрии, гармонии, совершенства данной совокупности. Действительно, симметрия в рамках ОТС предстает как системная категория, обозначающая совпадение по признакам «П» систем «С» после изменений «И» [см.: 91]. И в связи с каждой из четырех аксиом теории групп можно утверждать, что произвольная группа  $\Gamma$  симметрична, ибо: 1) относительно заданного на ней закона композиции  $Z$  для любых  $a, b \in \Gamma$  композиция  $aZb$  также принадлежит  $\Gamma$ , а вся группа после всех возможных парных «произведений» по составу ее элементов совпадает сама с собой (аксиома «замыкания»); 2) для любых трех элементов  $a, b, c \in \Gamma$  имеет место равенство  $(aZb)Zc = aZ(bZc)$ , т. е. инвариантность результатов произведений трех элементов относительно различных расстановок скобок; 3) существует такой (единственный) элемент  $e \in \Gamma$ , что для каждого  $a \in \Gamma$  имеем  $aZe = eZa = a$ , т. е. совпадение элемента  $a$  с самим собой после его композиции с  $e$ ; 4) для каждого элемента  $a \in \Gamma$  существует (единственный) симметричный (обратный) ему элемент  $b \in \Gamma$ , так что  $aZb = bZa = e$ , т. е. композиция симметричных элементов дает так называемый нейтральный элемент  $e$ , который сам по себе относительно  $Z$  образует группу 1-го порядка.

Симметричность группы объясняет, почему групповую природу совокупности системных преобразований, самой системы относительно тех или иных законов композиции мы рассматриваем как выражение их симметричности.

Симметрия является одной из наиболее фундаментальных и одной из наиболее общих закономерностей мироздания: неживой, живой природы и общества. Ее математическое выражение — теория групп — была признана одним из самых сильных средств познания первоначально в математике, а позднее в науке и в искусстве [117; 91]. Поэтому простое обнаружение теоретико-групповой природы системных преобразований представило бы большой познавательный интерес, связало бы ОТС с наиболее глубокими достижениями человеческой мысли, дало бы в руки ученых новое средство для исследования системы, поставило бы новые задачи по дальнейшей разработке математического аппарата ОТС.

Рассматривая далее совокупности системных преобразований и антипреобразований, действий и взаимоотношений (см. параграф 14 настоящей главы), мы ставили перед собой только одну цель: доказать, что данные совокупности, хотя бы относительно выбранных законов композиции, образуют группы, что они симметричны. *Поэтому вопрос о содержательной интерпретации тех или иных групп, и прежде всего связанных с ними*

законов композиции, мы пока оставляем в значительной мере открытым.

*Предложение 5* (доказано А. В. Маликовым — одним из авторов данной книги). Совокупность восьми системных преобразований относительно закона композиции  $Z$ , заданного схемой Кэли этих преобразований, есть группа 8-го порядка.

В табл. 3 приведена эта схема, из которой непосредственно следует доказательство данного предложения.

Из табл. 3 видно, что, во-первых, результатом совместного действия (композиции) любой пары преобразований является одно из восьми преобразований; во-вторых, композиция любых трех преобразований ассоциативна, например  $(КлКчЗКчО) ЗТ = КлКчЗ (КчОЗТ) = КлО$ ; в-третьих, существует такое тождественное (нейтральное) преобразование  $Т$ , композиция которого с любым нетождественным преобразованием дает то же самое нетождественное преобразование, например  $ТЗКч = КчЗТ = Кч$ ; в-четвертых, для каждого преобразования существует такое ему обратное, результатом композиции с которым является  $Т$ -преобразование (в нашем случае каждое преобразование обратно самому себе); в-пятых, закон  $Z$  коммутативен, так как таблица симметрична относительно главной диагонали, проходящей из верхнего левого угла в правый нижний. Следовательно, в данной группе для любой пары преобразований  $a, b$   $aZb = bZa$ . В алгебре такие группы называют абелевыми по имени норвежского математика Н. Х. Абеля.

Следуя теореме Лагранжа (1771 г.) о том, что во всякой конечной группе порядок любой подгруппы является делителем порядка самой группы, и теореме Силова (1872 г.), согласно которой группа  $G$  порядка  $g$  содержит подгруппу порядка  $k$  в том случае, если  $k$  — делитель числа  $g$  и  $k = p^m$  (где  $p$  — простое число, а  $m$  — любое положительное целое число), можно показать, что существуют семь подгрупп 2-го порядка, шесть

Таблица 3. Схема Кэли группы системных преобразований 8-го порядка

$Z$	$T$	$Кл$	$Кч$	$O$	$КлКч$	$КлО$	$КчО$	$КлКчО$
$T$	$T$	$Кл$	$Кч$	$O$	$КлКч$	$КлО$	$КчО$	$КлКчО$
$Кл$	$Кл$	$T$	$КлКч$	$КлО$	$Кч$	$O$	$КлКчО$	$КчО$
$Кч$	$Кч$	$КлКч$	$T$	$КчО$	$Кл$	$КлКчО$	$O$	$КлО$
$O$	$O$	$КлО$	$КчО$	$T$	$КлКчО$	$Кл$	$Кч$	$КлКч$
$КлКч$	$КлКч$	$Кч$	$Кл$	$КлКчО$	$T$	$КчО$	$КлО$	$O$
$КлО$	$КлО$	$O$	$КлКчО$	$Кл$	$КчО$	$T$	$КлКч$	$Кч$
$КчО$	$КчО$	$КлКчО$	$O$	$Кч$	$КлО$	$КлКч$	$T$	$Кл$
$КлКчО$	$КлКчО$	$КчО$	$КлО$	$КлКч$	$O$	$Кч$	$Кл$	$T$

подгрупп 4-го порядка, одна подгруппа — 1-го и еще одна — 8-го порядка (всего 15 подгрупп).

Существование семи подгрупп (тоже групп!) 2-го порядка говорит о том, что каждое из нетождественных преобразований в сочетании с тождественным образует относительно закона  $Z$  группу симметрии 2-го порядка. Но это означает, что *буквально каждому виду системных преобразований при определенных условиях присущи гармония, известная полнота и замкнутость на себя.*

С точки зрения исторического времени каждый неэволюционный способ системного преобразования предстает как клеточка, неразвитая форма соответствующего эволюционного системного преобразования (подробнее об этом см. параграф 16 настоящей главы). Поэтому применительно к истории неживой, живой природы, общества тождественное преобразование оборачивается *стасигенезом*, количественное преобразование — *квантигенезом* (с его двумя видами — прогрессом и регрессом), качественное — *квалигенезом*, относительное — *изогенезом* (одноуровневым развитием), ..., количественно-качественно-относительное — *кванти-квали-изогенезом*; тождественное и нетождественное преобразования — *стаси-* и *неогенезом*; группа и подгруппы неэволюционных восьми системных преобразований — математически им изоморфными группой и подгруппами восьми эволюционных системных преобразований.

Новый шаг в учении о преобразованиях может быть сделан с помощью диалектического раздвоения каждого преобразования на  $n$  пар системных антипреобразований (кстати, в каждом приведенном выше примере четырех основных преобразований мы указали как «+», так и «-» их формы). Реальными же аналогами всех таких «+», «-»-преобразований могут служить прямые и обратные мутации в биологии, прямые и обратные реакции в химии, физике и т. д.

Для 8 фундаментальных преобразований центрального предложения возможны 27 антипреобразований: 1 — для  $T$ ; по 2 — для  $Kл$ ,  $Kч$ ,  $O$ ; по 4 — для  $KлKч$ ,  $KлO$ ,  $KчO$ ; 8 — для  $KлKчO$ -преобразований. В частности, для  $Kл$ -преобразования возможны  $+Kл$ ,  $-Kл$ ; для  $KлKч$  —  $+Kл+Kч$ ,  $-Kл-Kч$ ,  $+Kл-Kч$ ,  $-Kл+Kч$ ; для  $KлKчO$  —  $+Kл+Kч+O$ ,  $-Kл-Kч-O$ ,  $+Kл+Kч-O$ ,  $-Kл-Kч+O$ ;  $+Kл-Kч+O$ ,  $-Kл+Kч-O$ ;  $+Kл-Kч-O$ ,  $-Kл+Kч+O$ -антипреобразования. Антипреобразованием  $T$ -преобразования является само это преобразование.

*Предложение 6.* Совокупность 27 антипреобразований относительно закона композиции  $F$  есть абелева группа 27-го порядка.



Для схематического изображения «действия» закона  $F$  пришлось бы дать квадратную таблицу Кэли, в первом столбце и в первой строке которой были бы приведены обозначения всех 27 антипреобразований, а в местах их пересечения — результаты композиции по закону  $F$  всех возможных пар антипреобразований. В итоге мы получили бы таблицу из  $27 \cdot 27 = 729$  клеток с результатами. Однако вовсе не обязательно строить столь громоздкую таблицу, можно воспользоваться и репрезентативным фрагментом таблицы, который позволяет убедиться в выполнении требований всех четырех аксиом теории групп (табл. 4). Следуя теоремам Лагранжа и Силова, мы получаем 13 подгрупп 3-го порядка, 3 подгруппы 9-го порядка, одну подгруппу первого и еще одну — 27-го порядка (всего 18 подгрупп). Существование 13 подгрупп 3-го порядка говорит о том, что пары взаимопротивоположных форм каждого из восьми преобразований в сочетании с тождественным преобразованием относительно закона группы  $F$  образуют вполне гармоничную тройку, в чем можно убедиться и по приведенному фрагменту.

Таблица 4. Фрагмент таблицы Кэли группы системных антипреобразований 27-го порядка

F	T	+Кл	—Кл
T	T	+Кл	—Кл
+Кл	+Кл	—Кл	T
—Кл	—Кл	T	+Кл

Как и ранее, применительно к истории группа и подгруппы неэволюционных 27 системных антипреобразований оборачиваются математически изоморфными им группой и подгруппами 27 эволюционных системных антипреобразований. Существование и у эволюционных системных преобразований, в частности у количественного (квантигенеза), «+»- и «—»-реализаций вполне убедительно подтверждают хотя бы следующие данные.

В. А. Догель в книге «Олигомеризация гомологичных органов как один из главных путей эволюции животных» [25] на основании колоссального материала по самым различным группам животных установил реализацию в ходе их эволюции: 1) процесса полимеризации — увеличения числа гомологичных органов; 2) процесса олигомеризации — уменьшения числа гомологичных органов; 3) смены полимеризации олигомеризацией,

а в более редких случаях — олигомеризации полимеризацией; 4) полимеризации по одним и олигомеризации по другим органам; 5) сочетания полимеризации с децентрализацией и дезинтеграцией, а олигомеризации — с централизацией и интеграцией организма, с большей его дифференциацией, более тонкой и сложной организацией и т. д.

Соответственно восьми случаям центрального предложения и отвечающим им одной подгруппе первого и семи подгруппам второго порядка можно для неживой, живой природы и общества назвать также восемь случаев сохранения: 1) Кл, Кч, О, Z; 2) Кч, О, Z; 3) Кл, О, Z; 4) Кл, Кч, Z; 5) О, Z; 6) Кч, Z; 7) Кл, Z; 8) Z, где четыре индекса — Кл, Кч, О, Z — обозначают четыре основные формы сохранения соответственно количества, качества, отношений, закона композиции «первичных» элементов. Примерами первых двух случаев могут служить законы сохранения электрического, барионного, лептонного зарядов в квантовой механике; в качестве примера закона сохранения отношений может служить закон постоянства скорости света в пустоте, а примером последнего (8-го) — инвариантность законов физики относительно, например, зарядово-пространственно-временного, или СРТ-преобразования по Паули и Людерсу.

Восемь видов сохранения (инвариантности) состоят из четырех пар противоположностей: 1) и 8), 2) и 7), 3) и 6), 4) и 5). Действительно, скажем, в случае 2) сохраняются качество, отношения и закон композиции «первичных» элементов, а количество последних нарушается; в случае же 7), наоборот, сохраняются количество и закон композиции «первичных» элементов, а качество и отношения их нарушаются. Это означает, что разного рода системные преобразования, за исключением *T*-преобразования, характеризуются нарушением одних и ненарушением других законов сохранения.

1. *Формы изменения, развития, сохранения материи.* Исходя из центрального предложения, мы придаем не только теоретико-системный, но и философский смысл основному закону ОТС — закону системных преобразований, поскольку он сохраняет значение для всех форм движения и существования материи, любых материальных и идеальных объектов. Действительно, согласно закону системности, любой объект (стало быть, и такой, как форма движения и форма существования материи) суть объект-система и любой объект-система принадлежит хотя бы одной системе объектов одного и того же рода. Это проявляется, в частности, в том, что любая форма движения и любая форма существования материи принадлежат соответственно системе механической, физической, химической, геологической, биологической, социальной форм движения и системе пространства,

времени и движения. Согласно же основному закону ОТС, любой объект-система в рамках системы объектов одного и того же рода благодаря даже только своему существованию будет либо покоиться (относительно), либо изменяться одним из 7 (и только 7) способов, что убедительно подтверждается материалами наук о каждой форме движения и каждой форме существования материи.

2. Важное значение для конкретизации диалектического закона единства и «борьбы» противоположностей имеет положение о диалектике *неэволюционных* системных преобразований, выраженной в раздвоении их на тождественное и нетождественные преобразования, а нетождественных в зависимости от их вида — на 1, 2, 4 пары неэволюционных антипреобразований. Это позволяет впервые говорить о взаимопротивоположных — положительных и отрицательных — количественных и (или) качественных и (или) относительных формах изменения.

3. Диалектика *эволюционных* системных преобразований посредством раздвоения их на стагигенетическое и неогенетические, а неогенетических в зависимости от их вида — на 1, 2, 4 пары эволюционных антипреобразований позволяет впервые говорить о взаимопротивоположных квантигенетических и (или) квалигенетических и (или) изогенетических формах развития; это, как и диалектика восьми (неэволюционных и эволюционных) видов сохранения посредством раздвоения их на четыре пары противоположностей, служит существенным дополнением общего диалектико-материалистического учения о развитии. Таким образом, ОТС предоставляет новый материал для углубления и дальнейшей конкретизации учения об изменении, развитии и сохранении материи. В виде общесистемного синтеза этот вывод можно зафиксировать посредством новых категорий: «*формы изменения материи*», «*формы развития материи*» и «*формы сохранения материи*».

## 7. Операции сложения и вычитания, входа и выхода в ОТС

*Предложение 7 — второй закон преобразования объектов-систем.* В подсистемах  $M_i^{(j)}$  ( $j=1, 2, 3, \dots, s$ ) системы объектов данного —  $i$ -того — рода, т. е.  $S_i$ , отвечающих условиям 1), 4), 5), 7) центрального предложения, имеет место либо прибавление  $\Delta_1$ , либо вычитание  $\Delta_2$ , либо прибавление  $\Delta_1$  и вычитание  $\Delta_2$  «первичных» элементов ( $\Delta_1 \geq \Delta_2$  или  $\Delta_1 = \Delta_2$ ;  $\Delta_1, \Delta_2 \geq 1$ ).

Это значит, что только тремя способами — прибавлением (+), вычитанием (—), прибавлением и вычитанием (+, —)

— можно изменить число «первичных» элементов. Причем любопытно, что число элементов можно изменить не одним, а несколькими способами: во-первых, путем *прибавления* (1) внешнего, т. е. входа в систему элементов извне; (2) внутреннего, т. е. а) деления части или всех первичных элементов объекта-системы, б) синтеза элементов внутри объекта-системы, в) деления и синтеза; (3) внешнего и внутреннего (тремя способами); во-вторых, путем *вычитания* (1) внешнего, т. е. выхода элементов из объекта-системы вовне; (2) внутреннего, т. е. а) слияния, б) распада (деградации) части или всех элементов системы, в) слияния и распада; (3) внешнего и внутреннего (тремя способами); в-третьих, путем *прибавления и вычитания* — 1926 способами при различении и 49 способами при неразличении порядка комбинируемых «+», «-»-процессов. Большой интерес здесь представляет логически предвидимый процесс обмена элементов — одновременного и (или) последовательного внешнего вычитания и внешнего прибавления.

Особо следует обратить внимание на вывод в рамках ОТС идей таких важнейших взаимопротивоположных природных и общественных процессов, как процессы входа и выхода, деления и слияния, синтеза и распада, обмена и одностороннего тока элементов, которые ранее рассматривались просто как изначально данные; на обнаружение связи этих процессов с прибавлением и вычитанием и тем самым в качестве конкретных видов порождения (преобразования) объектов первым способом из семи приведенных; на богатство форм прибавления и вычитания. К тому же следует учесть, что каждый из рассматриваемых «+», «-», «+, -»-способов в свою очередь может быть реализован бесчисленным множеством подспособов! Таким образом, за, казалось бы, внешней бедностью, незамысловатостью первого способа порождения объектов-систем в действительности скрываются удивительные по разнообразию формы прибавления и (или) вычитания, неизвестные ранее связи количественных преобразований с фундаментальными природными и общественными процессами.

Предложение 7 справедливо для всех форм существования и движения материи и для всех их видов. Поэтому без особого труда можно назвать реальные системы, отвечающие данному предложению. Таковы, например, существующие в мире кристаллов «структуры прибавления» (в частности, «внедрения»), «структуры вычитания» (в частности, с «дырками»), «структуры обмена», «структуры превращения»; точечные группы симметрии с добавленными или вычтенными вертикальными, горизонтальными, диагональными плоскостями отражения (т. е. с  $\sigma_v$ ,  $\sigma_h$ ,  $\sigma_d$ ), а также с осями вращения на те или иные углы (с  $C_n^p$ ,  $p=1$ ,

2, 3, ...,  $\infty$ ;  $\alpha=1, 2, 3, \dots, n$ ); хромосомные наборы с увеличенными (вследствие авто-, алло-, псевдополиплоидизации, полигаплоидизации) или уменьшенными (в результате потерь при процессах, противоположных первым) числами хромосом; химические процессы, сопровождающиеся «прибавлением и (или) вычитанием» фотонов, электронов, протонов, ионов, атомов, радикалов, молекул; наконец, просто арифметика с ее главными операциями — прибавлением и (или) вычитанием. В общественном производстве, рассматриваемом как система, также имеют место специфические формы превращения, прибавления, вычитания, обмена предметов, средств и продуктов труда, а также распределение, обмен, потребление (личное и производственное) продуктов производства.

Исходя из предложения 7, нетрудно сформулировать новое утверждение.

*Предложение 8.* С точки зрения «входа» и «выхода» возможны системы лишь следующих четырех родов: 1) без входа и выхода — «некибернетические»; 2) со входом и выходом — «кибернетические»; 3) со входом, но без выхода и 4) с выходом, но без входа — «полукибернетические». При этом объект-система типа 1) есть либо закрытый, в виде, например, «мира», не способного ни принять, ни выдать ни вещество, ни энергию, ни информацию, либо такой, по отношению к которому понятия «вход», «выход» просто бессмысленны, каковыми являются, скажем, треугольник или стол; типа 3) и 4) — *односторонне открытый* — типа «мира», способного только принять («черная дыра») или только выдать («белая дыра») вещество, энергию, информацию; типа 2) — *двусторонне открытый*, типа ЭВМ, нервной системы, общественно-экономической системы и т. д.

Для более полной характеристики учения о количественном преобразовании напомним (см. параграф 6 настоящей главы) о связи этого преобразования с симметрией: количественное преобразование и связанная с ним пара  $+Кл, -Кл$ -антипреобразований, как и любое системное преобразование и связанные с ним (1, 2, 4) пары антипреобразований, вместе с тождественным преобразованием образуют группы соответственно 2-го и 3-го порядков. Это обстоятельство ставит перед нами новую задачу — развить в будущем теорию групп количественных преобразований, антипреобразований и их инвариантов как раздел ОТС. В данной теории количественные преобразования должны рассматриваться в предельно общем виде. При этом известные группы чисел должны предстать в виде особых ее случаев (подгрупп).

Уже теперь мы можем задаться вопросом о причинах реализации в природе и обществе тех или иных из восьми способов

порождения и преобразования объектов-систем. В самом общем случае любое достаточное основание связано с прибавлением и (или) вычитанием движущейся материи (вещества, энергии, информации), даже если речь идет о преобразованиях идеальных систем, поскольку последние невозможны без изменения их носителей — материальных систем. Эти обстоятельства позволяют нам сформулировать еще одно утверждение.

*Предложение 9. Закон достаточного основания преобразования композиций системы объектов данного рода.* Этот закон может быть сформулирован следующим образом: преобразование одних объектов-систем в самих себя или в другие объекты в системе объектов одного и того же рода каждым из восьми способов осуществимо только при наличии необходимых и достаточных для этого оснований — посредством прибавления и (или) вычитания движущейся материи или иначе: посредством прямых и обратных переходов: 1) количества в тождество; 2) количества в количество; 3) количества в качество; 4) количества в отношение; 5) количества в количество и качество; 6) количества в количество и отношение; 7) количества в качество и отношение; 8) количества в количество + качество + отношение всех или части «первичных» элементов.

Очевидно, особого пояснения требует здесь переход количества в тождество. Нагляднее все это можно показать на примере организмов: сохранение ими своих состояний как открытых динамических систем с наследственно закрепленными программами роста и развития связано с прибавлением и вычитанием движущейся материи, т. е. с непрерывным потреблением ими из среды вещества, энергии и информации, с активным устранением различного рода дефектов в системе «ДНК — РНК — белок» посредством большого набора ферментов и различного рода кофакторов (ДНК- и РНК-полимераз, экто- и эндонуклеаз, полинуклеотидлигаз, АТФ и т. д.), наконец, с выделением в среду продуктов метаболизма и увеличением ее энтропии.

Таковы некоторые итоги системного учения о количественных преобразованиях. А теперь на двух примерах покажем его значение для естествознания, конкретно для синтетической теории эволюции (СТЭ), а также для философии, именно для дальнейшей конкретизации диалектического закона перехода количественных изменений в качественные и обратно.

Э. Майр [46], один из теоретиков современного дарвинизма, синтетической теории эволюции, в схеме способов происхождения видов из возможных 7 (или 255 — при другом подходе) в сущности называет лишь один — количественный. При этом, говоря о количественном способе, он (как и другие «синтети-сты») обычно пишет о видообразовании посредством лишь «вы-

читания» из материнской популяции одной и более дочерних. Как известно, такое порождение новых видов из старых путем постепенного расхождения признаков Ч. Дарвин назвал *дивергенцией*. С последней справедливо связывают *закон дивергенции, монофилети́зм, «древо жизни»* с его единственным стволом.

Однако с точки зрения предложения 7 новые совокупности объектов-систем, т. е. новые виды, могут возникать посредством не только вычитания, но и *сложения («слияния»)* признаков. И такие способы действительно открыты [18]. Так были созданы рафанобрассика — методом межродовой гибридизации; компилоспесиес (полиплоидные комплексы) — посредством естественной гибридизации геномов нескольких видов; лишайники — путем симбиоза водоросли, гриба, а по данным П. А. Генкеля, также микроорганизма; особые формы бактерий — в результате трансдукции, т. е. переноса в их ДНК генов других бактерий (с помощью бактериофагов); формы организмов — методом генной инженерии.

Следует также учесть, что некоторые из названных способов порождения новых видов организмов — прежде всего посредством аллополиплоидизации с образованием полиплоидных комплексов — распространены чрезвычайно широко. В. Грант в книге «Эволюция организмов» [23] сообщает, что 47 % видов покрытосеменных и 95 % папоротникообразных являются полиплоидами, большую часть которых составляют компилоспесиес (аллополиплоиды).

Эти факты однозначно приводят к выводу о существовании недивергентной полифилетической эволюции благодаря не расхождению (дивергенции), а схождению (*конвергенции*) признаков. С последним мы связываем *закон конвергенции*. При этом понятие «конвергенция» мы производим от латинского слова «convergere», что значит «схождение, приближение, совпадение, совмещение», и отличаем ее от понятия «конвергенция», произведенного от того же слова, но означающего «сходство». С ним Л. С. Берг, как известно, связывал *закон конвергенции*, который ни в коем случае не следует путать с законом конвергенции.

Очевидно, любая теория биологической эволюции с признанием только дивергенции или только конвергенции была бы метафизической. Между тем принципиальное значение конвергенции для теории эволюции осознано явно недостаточно: ведь ее признание автоматически привело бы и к полифилети́зму, и к отказу от «древа жизни». Учет семи других возможных способов преобразований объектов-систем, особенно *онто- и филогенетической изомеризации*, несомненно, способствовал бы еще более крутым перестройкам «синтетической» теории эволю-

ции и тем самым созданию подлинно синтетического учения о развитии в живой природе.

Другой пример важности учета всех способов преобразований объектов связан с законом перехода количественных изменений в качественные и обратно. И вот почему. Согласно Ф. Энгельсу, «закон перехода количества в качество и обратно... мы можем для наших целей выразить таким образом, что в природе качественные изменения — точно определенным для каждого отдельного случая способом — могут происходить лишь путем количественного прибавления либо количественного убавления материи или движения (так называемой энергии)» [50. Т. 20. С. 385].

В соответствии с законом достаточного основания преобразований следует отметить, что количественные прибавление и (или) убавление движущейся материи необходимы для изменения — порознь или вместе — и тождества, и количества, и качества, и отношения. Поэтому в том же смысле, в каком допустимо говорить о переходе количества в качество и обратно, допустимо говорить о семи других возможных прямых и обратных переходах, а всего о восьми, перечисленных в законе достаточного основания преобразований композиций системы объектов данного рода.

Подытоживая, можно сказать, что даже наиболее перспективные эволюционные учения отражают истинную картину развития лишь на 2/8, несмотря на наличие огромного фактического материала обо всех восьми способах преобразования объектов-систем. Естественно, это приводит к необходимости существенного (на 6/8) дополнения указанных учений.

## 8. Закон изомеризации. Общая теория изомерии. Изомерия и симметрия

Остановимся далее на третьем способе порождения объектов-систем — изменениях одних отношений между «первичными» элементами на другие. Одновременно приведем решающие доказательства эвристичности нашего варианта ОТС.

*Предложение 10. Третий закон преобразования композиций системы.* Если в системе  $S_i$ , в которой объекты-системы, изменяя одни отношения между «первичными» элементами на другие, переходят в иные два и более объектов-систем, то в ней имеет место изомерия.

*Доказательство.* Изомерия есть система объектов одного и того же рода, состоящая из объектов-систем, одинаковых по составу — числу и виду — «первичных» элементов, но различных



по взаимоотношениям последних. Математически изомер суть перестановка, изомерия — множество перестановок, или размещений, из  $n$  «первичных» элементов по  $n$ . Из сказанного видно, что условие предложения 10 и условия, приводящие к существованию изомерии, а именно тождественность по составу и различия по межэлементным отношениям, совпадают. Отсюда в системе  $S$  с  $f$  такими подмножествами  $M_S^{(j)}$  ( $f=1, 2, 3, \dots; j=1, 2, 3, \dots, f$ ), композиции которых одинаковы по соответствующему для  $j$ -го подмножества составу «первичных» элементов, но различны по взаимоотношениям последних, по определению должно иметь место  $f$  различных изомерий. Предложение 10 доказано.

Действию закона изомеризации подвержены все формы движения материи. Поэтому изомерия *должна* быть присуща каждой из них, что и подтверждается открытиями изомерий — *химической* (Ф. Велером, Ю. Либихом, И. Я. Берцелиусом в 1822—1830 гг.), *ядерно-физической* (О. Ганом в 1921 г.), *биологической* (Ю. А. Урманцевым в 1956—1957 гг.), *социальной* (Ю. А. Урманцевым в 1974 г.), *геологической* (И. П. Шарповым, В. Ю. Забродины в 1977—1979 гг.). Открытие геологической изомерии и детальное ее изучение были осуществлены на основе предсказаний нашего варианта ОТС и благодаря детальному использованию общей теории изомерии, развитой в его рамках. В монографии «Симметрия природы и природа симметрии» [91] мы привели примеры химической, ядерно-физической, биологической и социальной изомерий, а в монографии В. Ю. Забродина «Системный анализ дизъюнктивов» [29] даны многочисленные примеры геологической изомерии.

Закону изомеризации подчиняются не только формы движения, но и формы существования материи. Учет этого обстоятельства способствовал резкому расширению традиционного учения об изомерии благодаря выводу о существовании не только *изомеров-структур* (тел), но и *изомеров-пространств, изомеров-движений, изомеров-времен* [88; 91; 92]. В табл. 5 приводится перечень 4 основных и 64 основных и производных изомерий важнейших форм существования материи, причем в этом списке 63 изомерии оказались новыми, а 15 связаны только с пространством, временем, движением.

В упомянутой книге мы привели примеры изомеров-пространств, изомеров-движений, изомеров-времен. Здесь дадим примеры только изомеров-пространств. Очевидно, в соответствии с законом изомеризации изомерией пространств мы должны считать явление существования множества пространств одного состава, но с различными межэлементными отношениями. Таковы, например, пары левых и правых диссимметрических пространств — *континуумов, семиконтинуумов, дисконтинуумов,*

Таблица 5. Список 64 фундаментальных изомерий и симметрий (из них новых изомерий — 63, новых симметрий — 60,61; П — пространственная, В — временная, Д — динамическая, С — субстанциональная)

№ п. п.	Изомерия (симметрия)	№ п. п.	Изомерия (симметрия)	№ п. п.	Изомерия (симметрия)
1	П	22	ДВП	43	ВПДС
2	В	23	ПДС	44	ВДПС
3	Д	24	ПСД	45	ДПВС
4	С	25	ДПС	46	ДВПС
5	ПВ	26	ДСП	47	ПДСВ
6	ВП	27	СПД	48	ПСДВ
7	ПД	28	СДП	49	ДПСВ
8	ДП	29	ВДС	50	ДСПВ
9	ПС	30	ВСД	51	СПДВ
10	СП	31	ДВС	52	СДПВ
11	ВД	32	ДСВ	53	ВДСП
12	ДВ	33	СДВ	54	ВСДП
13	ВС	34	СВД	55	ДВСП
14	СВ	35	ПВС	56	ДСВП
15	ДС	36	ПСВ	57	СВДП
16	СД	37	ВПС	58	СДВП
17	ПВД	38	ВСП	59	ПВСД
18	ПДВ	39	СПВ	60	ПСВД
19	ВПД	40	СВП	61	ВПСД
20	ВДП	41	ПВДС	62	ВСПД
21	ДПВ	42	ПДВС	63	СПВД
				64	СВПД

классическая симметрия которых исчерпывается лишь элементами первого рода. Понятно, что с точки зрения теории диссфакторов [94] или, скажем, кратной антисимметрии [30] каждое такое изомерное множество может состоять не только из пары, но и из большего числа изомерных пространств. Другим примером является множество состояний пространства, которые переходят друг в друга в результате различных автоморфизмов — одно-однозначных отображений данного пространства на себя.

Классификация изомерий по виду операций, посредством которых одна изомерная структура переходит в другую изомерную структуру, позволила вывести 54 структурные изомерии, из которых 53 оказались существенно новыми. Это *крипто-, простые и кратные анти- и (или) цветные — классическая, подобия, конформная, аффинная, проективная, топологическая изомерии* (см. табл. 6).

Таблица 6. Список 54 структурных изомерий и симметрий (из них новых изомерий — 53, новых симметрий — 40; под. — подобия, конф. — конформная, афф. — аффинная, пр. — проективная, топ. — топологическая, кр. — кратная, цв. — цветная)

№ Изомерия п. п. (симметрия)	№ Изомерия п. п. (симметрия)	№ Изомерия п. п. (симметрия)
1 <u>классическая</u>	19 <u>конформная</u>	37 <u>проективная</u>
2 <u>анти-</u>	20 конф. анти-	38 пр. анти-
3 кр. анти-	21 конф. кр. анти-	39 пр. кр. анти-
4 цв.	22 конф. цв.	40 пр. цв.
5 цв. анти-	23 конф. цв. анти-	41 пр. цв. анти-
6 цв. кр. анти-	24 конф. цв. кр. анти-	42 пр. цв. кр. анти-
7 кр. цв.	25 конф. кр. цв.	43 пр. кр. цв.
8 кр. цв. кр. анти-	26 конф. кр. цв. кр. анти-	44 пр. кр. цв. кр. анти-
9 крипто-	27 конф. крипто-	45 пр. крипто-
10 <u>подобия</u>	28 <u>аффинная</u>	46 <u>топологическая</u>
11 под. анти-	29 афф. анти-	47 топ. анти-
12 под. кр. анти-	30 афф. кр. анти-	48 топ. кр. анти-
13 под. цв.	31 афф. цв.	49 топ. цв.
14 под. цв. анти-	32 афф. цв. анти-	50 топ. цв. анти-
15 под. цв. кр. анти-	33 афф. цв. кр. анти-	51 топ. цв. кр. анти-
16 под. кр. цв.	34 афф. кр. цв.	52 топ. кр. цв.
17 под. кр. цв. кр. анти-	35 афф. кр. цв. кр. анти-	53 топ. кр. цв. кр. анти-
18 под. крипто-	36 афф. крипто-	54 топ. крипто-

В настоящее время закончено построение моделей каждой из 54 изомерий, кроме того, установлена возможность удвоения, утроения и т. д. числа структурных изомерий за счет изменения закона комбинирования качеств (+, —; цветных, крипто-) как друг с другом, так и с основными геометрическими преобразованиями (евклидовыми, подобия, конформными и т. д.).

Изучение с точки зрения ОТС даже известной стереохимии оптической, или, строже, *диссимметрической изомерии*, помогло нам [94] доказать существование трех типов диссизомерий: I *типа* (старого), число изомеров  $S$  для которого  $S_{k_0}^{k_0} = 2^{k_0}$  (изомерия альдогексоз и листьев липы); II *типа* (нового),  $S$  для которого

$$S_{k_0+k_1+\dots+k_n}^p = \sum_{i=0}^p \left[ \frac{k_0!}{(p-i)! (k_0-p+i)!} 2^p \sum \Pi_{k_i} \right]$$

(его примеры — изомерия пираногексоз и изолированных корней некоторых растений); III типа (также нового), S для которого  $S_{0+k_1}^I = 2k_1$  (изомерия пираногексоз с  $k_0 = 0$  и циклических венчиков с нечетным числом взаимно перекрывающихся лепестков).

Проанализируем теперь связь учения об изомерии с теорией групп и симметрии, центральным предложением ОТС и проблемой «состав — строение — свойство». Тем самым мы продолжим построение общей теории изомерии.

*Изомерия и симметрия.* Связь изомерии с симметрией доказывается посредством теории групп подстановок. Дело в том, что эту теорию и вообще математическое учение о перестановках содержательно можно интерпретировать как учение об изомерии. В самом деле, с точки зрения математики изомер — это перестановка, изомерия — множество перестановок, изомеризация — это подстановка, верхняя строка которой означает предмет, а нижняя — результат изомеризации; следующие друг за другом изомеризации есть произведение подстановок. Совокупность всех подстановок для действия умножения подстановок образует группу подстановок. Следовательно, совокупность всех изомеризаций для действия «умножения» изомеризаций также образует группу — *группу изомерии*, а следовательно, выявляет и определенного рода *изомерийную симметрию*, которая предстает как сохранение состава изомеров при изомеризациях. Благодаря этим операциям одни изомеры данной совокупности переходят в другие изомеры той же совокупности, а вся совокупность по составу «первичных» элементов и составу изомеров «совмещается сама с собой». Сказанное позволяет сформулировать следующее предложение.

*Предложение 11.* Всякая конечная группа всех изомеризаций  $n$ -й степени — группа  $I_n$  — изоморфна группе всех подстановок  $n$ -й степени — группе  $S_n$ .

Математический изоморфизм теории групп подстановок теории групп изомерии позволяет автоматически переносить знания из первой области во вторую. В частности, имеет место следующее.

*Теорема Кэли.* Всякая конечная группа порядка  $n$  изоморфна некоторой подгруппе группы всех подстановок  $n$ -й степени. Следующее предложение — ее изомерийный аналог.

*Предложение 12.* Всякая конечная группа порядка  $n$  изоморфна некоторой подгруппе группы всех изомеризаций  $n$ -й степени. Отсюда сразу получаем предложение 13.

*Предложение 13.* Всякая конечная группа симметрии порядка  $n$  изоморфна некоторой подгруппе группы всех изомеризаций  $n$ -й степени.

Изоморфизм симметрии и изомерии, установленный здесь по крайней мере для их конечных групп, позволяет — благодаря возможности переноса знаний из одной области в другую — по меньшей мере, во-первых, считать список 64 фундаментальных и 54 структурных изомерий списком также 64 фундаментальных и 54 структурных симметрий. Сказанное объясняет, почему упомянутые таблицы 5 и 6 есть таблицы также симметрий — известных и впервые найденных; во-вторых, ввести представления о непрерывных и дискретных преобразованиях изомерии, конечных и бесконечных группах изомерии; в-третьих, ввести представление о *размерности изомерии*.

Будем считать изомерию  $n$ -мерной ( $n=0, 1, 2, 3$ ), если каждый изомер данной совокупности обладает  $n$ -мерной симметрией — точечной, линейной, плоской, пространственной. Например, изомерия асимметричных альдогексоз состава  $C_6H_{12}O_6$  или асимметричных листьев липы — 0-мерная, потому что каждому из 16 изомеров соответственно альдогексозы и листа липы присуща точечная группа симметрии (1). Изомерия побегов растений с левым или правым листорасположением — одномерная, потому что каждому изомеру побега присуща одномерная, или линейная, симметрия, описываемая одной из групп симметрии «стержней». Однако нередко при изомеризациях симметрия изомера меняется. Например, в зависимости от ионной силы и температуры раствора молекулы РНК могут существовать то в виде «клубков», обладающих точечной симметрией, то в виде «нитей», обладающих одномерной симметрией. Соответственно и изомерия таких объектов будет не  $n$ -мерная, а  $n_1—n_2—\dots—n_k$ -мерная. В приведенном примере она 0—1-мерная.

В-четвертых, появляется возможность предложить новую идею о возможности развития теории групп  $n_1—n_2—\dots—n_k$ -мерной симметрии, в которой размерность объекта при преобразованиях симметрии уже не оставалась бы инвариантной.

В-пятых, это позволяет сделать новый для классической теории структурной симметрии вывод о возможности реализации любого диссимметрического (правого или левого) или недиссимметрического объекта соответственно в виде не двух или одного, а двух или большего (в пределе бесконечного) числа модификаций. Данный вывод прямо следует, например, из возможности существования любого диссимметрического или недиссимметрического изомера в виде двух или большего числа изомерных, а шире — полиморфических модификаций. Тот же вывод следует из развитой нами теории диссфакторов [91; 94].

*Изомерия и центральное предложение ОТС.* Казалось бы, изомерия может быть порождена только благодаря относительному преобразованию. Однако в статье «О значении основных

**Таблица 7. Лингвистические модели порождения изомерии — множества {сон, нос} — семью способами**

№ п. п.	Способ	Модель
1	количественный	сонный — «ный» — нос ноский — «кий» — нос { сон нос }
2	качественный	кон — к — с нож — ж — с { сон нос }
3	относительный	нсо — нсо — { сон нос }
4	количественный + качественный	соринка — «инка» — сор — р — н тоска — «ка» — тос — т — н { сон нос }
5	количественный + относительный	носки — «ки» — нос сновидение — «видение» — сно { сон нос }
6	качественный + относительный	дом — д — н — м — с — нос сор — р — н — сон { сон нос }
7	количественный + качественный + относительный	домкрат — «крат» — дом — д — н — м — с — нос соратник — «атник» — сор — р — н — сон { сон нос }

законов преобразования объектов-систем для биологии» мы писали «о возможности возникновения изомерии от исходных объектов всеми семью способами» [98. С. 132]. В табл. 7 приведены «лингвистические», разумеется сугубо условные, модели всех семи способов порождения изомерии. Из таблицы видно, что вопреки широко распространенным представлениям изомерия может возникнуть посредством, казалось бы, и неизомеризационных способов.

Столь же неверным является и другое традиционное мнение, будто сугубо изомеризационное — относительное — преобразование всегда приводит к возникновению изомерии. В действительности такое преобразование может приводить к превращению изомерной совокупности в изомерную же (например, множества {сон, нос} — во множество {носо, сно}), неизомерной — в неизомерную (например, множества {сон} — во множество {нос}), неизомерной — в изомерную и наоборот (например, множества {сон} — во множество {нос, носо} или множества {нос, носо} — во множество {сон}).

Неправильным оказывается и третье традиционное представление о том, что лишь при относительном преобразовании состав изменяемых объектов не изменяется. В действительности и шесть остальных — «неизомеризационных» — преобразований могут породить изомерию без изменения состава исходных объектов (см. табл. 8). Если бы «реакции» (табл. 8) протекали в обратном направлении, то мы получили бы лингвистические модели порождения неизомерной совокупности {сон} из изомерной {нос, носо} без изменения состава посредством шести «неизомеризационных» способов.

Табл. 7, 8 позволяют также сделать вывод о том, что при изучении процессов во времени важно учитывать порядок преобразований. Это приводит к необходимости оперирования уже не с сочетаниями, а с размещениями четырех основных преобразований, т. е. не с  $\sum C_4^i = 15$ , а, в частности, с  $\sum A_4^i = 64$  преобразованиями. Только такой подход дает возможность правильно представить реальные механизмы преобразования совокупностей объектов-систем.

Далее. Эти же таблицы помогают избежать скоропалительных выводов о характере механизма тех или иных процессов исходя из знания лишь исходных и конечных продуктов «реакции», поскольку им могут быть присущи самые различные механизмы.

В табл. 7 приведены лингвистические модели семи способов порождения изомерии. Очевидно, таких вариантов порождения изомерии было бы лишь семь, если бы изомерия могла возникнуть под действием только любого одного из семи способов преобразования на каждый объект исходной совокупности. Однако объекты исходной совокупности —  $\{M_n\}$  — могут быть преобразованы в объекты-изомеры изомерной совокупности —  $\{M_{из}\}$  — «действием» не только одного из семи, но и любых двух, трех из восьми, наконец, восьми из восьми способов преобразования. И тогда число возможных вариантов преобразования  $\{M_n\}$  в  $\{M_{из}\}$  равнялось бы  $C_7^1 + C_8^2 + C_8^3 + \dots + C_8^8 = 254$ .

**Таблица 8.** Лингвистические модели порождения изомерии — множества {нос, онс} шестью «неизомеризационными» способами без изменения состава исходного объекта

[illegible]

Здесь первый член суммы взят в виде  $C_7^1$ , а не  $C_8^1$ , потому что учтено следующее обстоятельство: само по себе тождественное преобразование не может породить изомерию, переводя  $\{M_n\}$  снова в  $\{M_n\}$ . Однако в сочетании с другими способами оно может приводить к изомерии. Например, пусть  $M_n = \{\text{сон}\}$ , т. е. состоит из одних лишь слов «сон». Если бы на эту совокупность «действовал» лишь один из способов, например 3 — «относительный», и только так, что каждое слово «сон» из  $\{M_n\}$  он превращал бы только в слово «нос», то мы получили бы новое множество  $M = \{\text{нос}\}$  и изомерия не возникла бы. Однако та же самая совокупность  $M_n = \{\text{сон}\}$  могла бы быть преобразована в  $M_{n3} = \{\text{сон, нос}\}$  в результате «частичной изомеризации», т. е. если бы на одну ее



часть «действовало» тождественное, на другую — относительное преобразование. Естественно, тождественное преобразование может комбинироваться и с любыми другими преобразованиями из семи возможных для объектов-систем, и точно так же (хотя бы в согласии с табл. 8) приводить к изомерии.

Разумеется, если бы «реакции» протекали в обратном направлении, то число возможных преобразований  $M_{из}$  в  $M_n$  тоже равнялось бы 254. В результате доказано следующее предложение.

*Предложение 14.* Неизомерная совокупность объектов-систем может быть преобразована в изомерную и наоборот 254 различными способами.

По-видимому, данные преобразования можно рассматривать как модель преобразований любых совокупностей объектов-систем, в том числе изомерийно-неизомерийных. Если к тому же в целях логической полноты учитывать как отдельное преобразование и тождественный переход, то способов преобразований одних совокупностей в другие будет, естественно, не 254, а 255.

Тот же результат имеем по формуле  $\sum_{i=1}^n C_n^i = 2^n - 1$ , т. е.  $\sum_{i=1}^8 C_8^i = 2^8 - 1 = 255$ , что и требуется предложением 4.

Разумеется, при различии порядка преобразований (а это важно, например, при изучении протекания реакций во времени) число вариантов «переделок» может возрасти до бесконечности из-за многократных реализаций одних и тех же преобразований. Очевидно, лишь при однократном их «использовании» число

таких вариантов было бы равно  $\sum_{i=1}^8 A_8^i = 109\,600$ . Аналогично

если бы мы исходили не из центрального предложения ОТС, а из более дробной табл. 1, т. е. не из 8, а из 15 основных и производных преобразований объекта-системы, то мы также имели

бы не 255, а  $\sum_{i=1}^{15} C_{15}^i = 32\,767$  вариантов преобразований одних совокупностей объектов-систем в другие.

*Изомерия и проблема «состав — структура — свойство».* Вопрос о строении и свойствах изомеров — один из самых фундаментальных и практически значимых. Тем не менее до сих пор нет строгих ответов на следующие вопросы: 1. Обязательно ли различия изомеров по строениям (межэлементным отношениям) влекут за собой различия их и по свойствам? 2. Неизбежно ли различия изомеров по свойствам обуславливают их различия и по строению? 3. Насколько изомеры могут отличаться друг от друга? Если учесть, что об отличиях объектов друг от друга

обычно судят по различиям их отношений к другим объектам, то ответом на вопросы 1 и 3 является предложение 15.

*Предложение 15.* Если два изомера ( $I_1$  и  $I_2$ ) различаются по строению, то они отличаются друг от друга и по бесчисленному множеству отношений  $R_j$  ( $j=1, 2, \dots, \infty$ ) к другим объектам. Истинность предложения 15 следует из истинности значительно более общего утверждения.

*Предложение 16.* Если два произвольных объекта  $A$  и  $B$  различаются хотя бы по одному признаку  $\Pi$  так, что  $\Pi_A \neq \Pi_B$ , то тогда существует бесчисленное множество отношений  $R_j$  ( $j=1, 2, 3, \dots, \infty$ ) к другим объектам, по которым они также различаются. Это суждение нами высказывалось и раньше, например в статье «Начала общей теории систем» [см. 92], но там оно не было доказано. Поэтому обоснуем его справедливость.

Первоначально примем во внимание следующую аксиому: «Пусть  $A$  и  $B$  — различные объекты. Тогда существует хотя бы одно отношение  $R$  с другими объектами, по которому  $A$  и  $B$  не тождественны. В противном случае  $A$  и  $B$  тождественны».

Из аксиомы следует, что если произвольные  $A$  и  $B$  — различные объекты, то для них существует хотя бы одно отношение — обозначим его  $R_1$ , — по которому они не тождественны, т. е.  $R_1A \neq R_1B$ . Однако, согласно этой же аксиоме, для  $R_1A$  и  $R_1B$  существует по крайней мере одно отношение — обозначим его  $R_2$ , — по которому они также нетождественны, т. е.  $R_2R_1A \neq R_2R_1B$ ; далее для  $R_2R_1A$  и  $R_2R_1B$  существует хотя бы одно отношение  $R_3$ , так что  $R_3R_2R_1A \neq R_3R_2R_1B$ . И вообще для любых  $R_nR_{n-1} \dots R_1A$  и  $R_nR_{n-1} \dots R_1B$  существует хотя бы одно такое отношение  $R_{n+1}$ , при котором  $R_{n+1}R_n \dots R_1A \neq R_{n+1}R_n \dots R_1B$  и так до бесконечности. Следовательно, предложения 15, 16 истинны.

Кстати, хорошей фактической иллюстрацией к сказанному служат так называемые зеркальные — правые ( $D$ ) и левые ( $L$ ) — химические изомеры, например  $D$ - и  $L$ -глицериновые альдегиды. Такие изомеры действительно отличаются друг от друга по бесчисленным отношениям к другим объектам — к линейно, кругово, эллиптически-поляризованному свету, к множеству  $D$  и  $L$  элементарных частиц, к бесчисленному множеству  $D$  и  $L$  химических соединений, к  $D$  и  $L$  биообъектам, людям правшам и левшам и т. д.

Ответ на вопрос «Обязательно ли различие изомеров по свойствам указывает на их различия по строению (межэлементным отношениям)?» дает предложение 17.

*Предложение 17.* Если два изомера ( $I_1$  и  $I_2$ ) различаются

по свойствам, то они отличаются друг от друга и по строению. Как и ранее, о различиях изомеров по свойствам будем судить по различиям их отношений к другим объектам. Тогда справедливость предложения 17 можно установить посредством следующего суждения.

*Предложение 18.* Если два произвольных объекта (А и В) различаются хотя бы по одному отношению R так, что  $RA \neq RB$ , то они обладают таким, хотя бы одним, признаком П, что  $PA \neq PB$ .

Предположим, что А и В не обладают хотя бы одним признаком П, по которому они различаются. Тогда эти объекты тождественны и, согласно приведенной аксиоме, не должно быть отношения R, по которому они различались бы. Однако такое отношение существует, и, следовательно, объекты А и В различны, поэтому существует хотя бы один признак П у А и В, по которому они различаются.

В случае изомеров как изомеров-систем таким П не может быть состав и закон композиции: по этим признакам они, по определению изомерии, тождественны. Остается лишь один признак — различия по межэлементным отношениям (строению). Следовательно, из различия изомеров по их свойствам действительно следует сделать вывод об их отличии друг от друга по строению, т. е. по межэлементным отношениям.

Таким образом, с точки зрения закона изомеризации изомерия не всеобща, она присуща лишь определенному классу систем. В то же время требованиям данного закона отвечают специальные случаи каждой формы движения и каждой формы существования материи. Уже одно это позволяет считать изомерию общенаучной категорией. Однако изомерия имеет не только общенаучный, но и глубокий философский смысл, и прежде всего потому, что относительный способ превращения объектов-систем (переход одних отношений между «первичными» элементами в другие) суть не просто рядовой способ превращения, а форма изменения материи, далее неразложимая и несводимая к другим ее формам. Как уже говорилось, с точки зрения ОТС относительная форма изменения материи — это один из четырех основных, «первичных» способов преобразования одних объектов-систем в другие.

К сожалению, фундаментальный характер изомерии, имеющей непосредственное отношение к генезису, симметрии, составу — структуре — свойствам объектов неживой, живой природы и общества, ни философами, ни специалистами других областей знания в должной степени до сих пор не осознается.

## 9. Закон полиморфизации.

### Обобщенное учение о полиморфизме

Мы рассмотрели преобразования объекта-системы посредством изменения количества или отношений его «первичных» элементов. Теперь проанализируем комбинированный способ его преобразования посредством и количества и (или) отношения его «первичных» элементов.

*Предложение 19. Четвертый закон преобразования композиций системы.* Переходы одних объектов-систем в другие в рамках системы объектов одного и того же рода в результате изменений числа и (или) отношений всех или части их «первичных» элементов приводят к возникновению в системе полиморфизма.

Справедливость такого утверждения следует из дефиниции полиморфизма, согласно которому полиморфизм — это выделенное на основании определенного набора признаков множество объектов, различающихся по числу и (или) отношению «строящих» их элементов. Стало быть, с точки зрения математики полиморфическая модификация (полиморфа) — это просто размещение, а полиморфизм — множество размещений.

*Предложение 20.* В любой системе объектов данного рода имеет место полиморфизм.

Действительно, согласно определению системы объектов одного и того же рода, все объекты-системы последней оказываются построенными некоторыми или всеми семью способами только из «первичных» элементов одного и того же их множества. Но это означает, что и результатами каждого из семи преобразований будут объекты, различающиеся по числу «первичных» элементов и (или) отношениям между последними. С этой точки зрения каждый объект-система будет размещением, а система объектов-систем данного рода — множеством размещений из  $m$  «первичных» элементов по  $n$  полученных в соответствии с отношениями единства и законами композиции, определенными на данной системе. Из сказанного вытекает следующее.

*Предложение 21.* Полиморфическая модификация есть объект-система, полиморфизм — система объектов одного и того же рода.

Сопоставив это предложение с законом системности, получим *закон полиморфизации*: любой объект есть полиморфическая модификация и любая полиморфическая модификация принадлежит по крайней мере одному полиморфизму.

Важно еще раз подчеркнуть, что принадлежность любого объекта-системы или любой полиморфической модификации хотя бы одной системе объектов данного рода или полиморфизму неизбежна. Порождение композицией системы объектов одного

и того же рода, ее полиморфизация, с необходимостью следует уже из одного факта ее существования. Действительно, существование композиции в какой бы то ни было форме (материальной или идеальной) означает и ее изменчивость. Изменчивость же всегда есть изменчивость по определенному закону либо числа, либо отношений, либо качества ее «первичных» элементов, либо всех или части этих признаков. Но преобразование объекта-системы некоторыми или всеми семью способами приводит к возникновению одного или нескольких объектов одного и того же рода — системы  $S_i$ , или множества полиморфических модификаций — полиморфизма. В известном смысле ОТС подтверждает представления В. И. Вернадского о полиморфизме как общем свойстве материи [17].

Обнаруженное тождество системы объектов одного и того же рода полиморфизму позволяет автоматически предложить *алгоритм построения полиморфизма* в виде уже сформулированного алгоритма построения системы объектов данного рода. Новый шаг в развитии обобщенного учения о полиморфизме можно сделать посредством предложения 22.

*Предложение 22.* Любой полиморфизм является либо изомерийным, либо неизомерийным, либо изомерийно-неизомерийным. Это непосредственно следует из формулы числа размещений  $A$  из  $m$  элементов по  $n$ :  $A_m^n = C_m^n \cdot P_n$ . Очевидно, в случае когда  $m = n$ ,  $A_m^n = C_m^n \cdot P_m = 1 \cdot P_m = P_m$ ; полиморфизм, отвечающий этой формуле, будет состоять только из изомеров. Если же  $P_n = 1$ , то  $A_m^n = C_m^n$ , и полиморфизм, отвечающий этой формуле, будет состоять только из неизомеров. Наконец, когда  $C_m^n \neq 1$  и  $P_n \neq 1$ , тогда  $A_m^n = C_m^n \cdot P_n$ , и полиморфизм, отвечающий этому случаю, будет состоять и из изомеров и из неизомеров. В итоге мы пришли к трем классам полиморфизма.

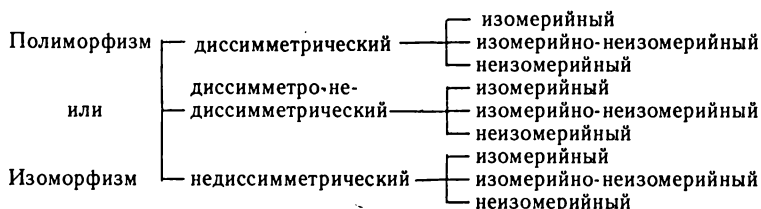
Можно прийти к иному числу его классов, если классифицировать полиморфизм с точки зрения других оснований. Одну из самых общих и фундаментальных классификаций его можно получить, если исходить из операции зеркального отражения. Известно, что в случае зеркального отражения все материальные объекты разделяются на два резко отличающихся друг от друга класса — *диссимметрический* (объекты этого класса — либо «правые», либо «левые» и несовместимы при простом наложении со своими зеркальными образами, такова, например, данная страница) и *недиссимметрический* (объекты этого класса — «левые» и «правые» одновременно; они совместимы со своими зеркальными образами, таков, например, шар).

Следовательно, различаются следующие типы полиморфизма: 1) диссимметрический (когда каждая модификация данного

полиморфизма диссимметрична); такой полиморфизм может состоять только из левых, только из правых или из левых и правых форм; 2) недиссимметрический (когда каждая модификация недиссимметрична); 3) диссиметро-недиссимметрический (когда одни модификации диссимметричны, другие недиссимметричны).

Объединив сказанное с предложением 22, мы получаем уже не 3, а 9 полиморфизмов (и по меньшей мере 9 изоморфизмов), возможных для любых материальных объектов (см. схему).

Схема поли- и изоморфизмов



Если производить классификацию полиморфов на основе не только зеркального отражения, но и любых геометрических преобразований (операций), в результате которых одна полиморфическая модификация переходит в другую, то мы получим уже  $54 \cdot 3 = 162$  *структурных полиморфизма* — изомерийных, неизомерийных, изомерийно-неизомерийных. Их названия, правда лишь для изомерийного случая, приведены в табл. 6.

Точно так же от 64 фундаментальных изомерий (табл. 5) можно перейти к  $64 \cdot 3 = 192$  *фундаментальным полиморфизмам* — изомерийным, неизомерийным, изомерийно-неизомерийным, если учесть, что закону полиморфизации отвечают все формы движения и существования материи. Первое обстоятельство приводит нас к полиморфизмам — социальным, биологическим, химическим, геологическим, физическим; второе — к *полиморфам пространства, времени, движения, субстанции (субстрата)* и тем самым к пространственному, временному, динамическому, субстанциональному и к скombинированным из них по 2, 3 и 4 *производным полиморфизмам*.

Аналогично от «групп изомерии», «теории групп изомерии», «изоморфных изомерий», «размерности изомерии и изомеризации», «изомерии и проблемы состав — структура — свойство» можно без особого труда перейти к «*группам полиморфизма*», «*теории групп полиморфизма*», «*изоморфным полиморфизмам*», «*размерности полиморфизма и полиморфизации*», «*полиморфиз-*

*му и проблеме состав — строение — свойство». Точно так же от 255 и бесчисленного множества преобразований одной изомерной совокупности в другие можно перейти к 255 и бесчисленным преобразованиям одной полиморфической совокупности в другие.*

Основной итог этого параграфа — общее и в то же время достаточно дифференцированное системное учение о полиморфизме. В его рамках обосновываются и находят себе место все полиморфизмы, известные в негуманитарных и гуманитарных науках. Далее это учение позволяет и рекомендует исследовать любой полиморфизм не только во всеобщей связи и взаимобусловленности, но и в системе полиморфизмов, изучаемых другими науками. Благодаря системной интерпретации полиморфизма ОТС приводит к новым обобщениям — общенаучным понятиям типа «изомерийный», «неизомерийный полиморфизм» и т. д.

Но самое главное значение этого учения для науки состоит в том, что оно позволяет, на наш взгляд, существенно пополнить знания о полиморфизме в природе. Лучше всего в этом можно убедиться, сопоставив учение ОТС о полиморфизме с каким-нибудь сугубо специальным и в то же время достаточно развитым учением о полиморфизме. С этой целью рассмотрим концепцию о биополиморфизме, развитую в рамках синтетической теории эволюции. Для биологии обобщенное учение ОТС о полиморфизме значимо прежде всего благодаря следующим обстоятельствам:

1) выявлению полиморфической модификации в виде объекта-системы, а полиморфизма — в виде системы объектов одного и того же рода; предложению алгоритма построения полиморфизма, т. е. всех возможных (реально наблюдаемых и теоретически предсказуемых) для данного объекта-системы его модификаций. Между тем в рамках СТЭ нет такого алгоритма; системные представления о биополиморфизме и биополиморфах развиты с позиций, не отвечающих требованиям полноты, а потому и истинности дефиниций о системах;

2) выводу о неизбежности полиморфизации любых объектов-систем на всех уровнях их организации, всех их фундаментальных особенностей (субстанциональных, динамических, пространственных, временных). В рамках же СТЭ наличие в процессах биологического формообразования, в частности видообразования, существенного номогенетического компонента фактически не учитывается;

3) выводу о том, что полиморфизация каких бы то ни было особенностей объектов-систем в рамках системы объектов данного рода должна происходить посредством одного, нескольких или всех семи способов преобразования композиций. В СТЭ во-

прос о числе и виде принципиальных способов биополиморфизации даже не поставлен, вследствие чего фактически учитывается только один из семи способов — количественный;

4) положению о том, что возникающий семью (восемью) способами полиморфизм неизбежно окажется полиморфизмом лишь одного из трех видов — изомерийным, неизомерийным, изомерийно-неизомерийным. Каждый из последних в свою очередь, по крайней мере для материальных объектов, необходимо будет либо диссимметрическим, либо недиссимметрическим, либо диссиметро-недиссимметрическим. Если изучаемый полиморфизм, скажем, окажется диссизомерийным, то он неизбежно будет диссизомерией либо I, либо II, либо III рода и будет «описываться» соответствующими уравнениями.

В СТЭ три основных класса биополиморфизма не эксплицированы, и фактически она имеет дело с его неизомерийным классом. Поэтому не случайно, что такая экспликация, а также открытие изомерийного, изомерийно-неизомерийного биополиморфизмов, детальное экспериментальное и теоретическое развитие учения о *биологической изомерии*, введение новых представлений об *онтогенетической* и *филогенетической биоизомеризациях* имели место вне рамок СТЭ и осуществлялись на базе чуждой ей номогенетической концепции эволюции, в современном ее виде, развиваемой на основе ОТС.

Примечательно также, что представление об онтогенетической биоизомеризации связано с введением в число основных морфогенетических процессов наряду с «*ростом — редукцией*» (количественным преобразованием) и «*дифференциацией — дедифференциацией*» (качественным преобразованием) еще третьего, основного морфогенетического процесса — *изомеризационного* (относительного преобразования), связанного с изменением лишь взаимоотношений морфологических элементов организма. Представление о филогенетической биоизомеризации (плюс учет предложения 3) впервые позволяет говорить о всех четырех основных эволюционных преобразованиях — *стаси-, кванти-, квали-, изогенетическом* — и их неэволюционных аналогах — *тождественном, количественном, качественном, относительном*;

5) выводу о том, что любая полиморфическая совокупность объектов-систем — изомерийная, изомерийно-неизомерийная, неизомерийная — может быть преобразована в любую другую полиморфическую совокупность одним из восьми, двумя из восьми, ... восьмью из восьми преобразований — всего 255 способами при неразличении порядка и большим числом способов при различении порядка комбинируемых преобразований. В СТЭ такие оценки (расчеты) не произведены;



6) выводу 3, 9, 162, 192-го классов полиморфизма. В СТЭ почти все эти классы не известны;

7) требованию изучать полиморфизм в системе полиморфизмов, изучаемых другими — гуманитарными и негуманитарными — науками. При изучении полиморфизма в живой природе СТЭ практически не выходит за пределы биологии, поэтому общесистемный статус многих считающихся сугубо «биологическими» закономерностей полиморфизации остается неосознанным;

8) требованию изучать полиморфизм (различие) в *единстве с изоморфизмом* (сходством) как с его равноправным дополнением. В СТЭ учение о сходстве (*параллелизме, конвергенции*) занимает явно подчиненное положение по отношению к учению о различии в живой природе. Достижения номогенетики Л. С. Берга о сходстве — *законе конвергенции*, как и учение о сходстве (изоморфизме) ОТС, сторонниками СТЭ явно не ассимилированы.

Далее излагаются основные предложения ОТС о сходстве, равенстве, симметрии.

## *10. Системный изоморфизм и эквивалентность. Равенство и симметрия*

Как мы видели, уже само существование качественно различных объектов-систем приводит их к той или иной полиморфизации — порождению системы объектов качественно одного или разных родов. И такая полиморфизация из-за системных запретов и разрешений сопровождается, как ни парадоксально, ... *изоморфизацией*: из-за неизбежного повторения основных системообразующих параметров — «первичных» элементов, отношений между ними, условий, ограничивающих эти отношения, и т. д. — в различных материальных и идеальных системах. Получается так, что нигде никогда никакая полиморфизация не может не сопровождаться изоморфизацией и наоборот. И потому было бы грубой методологической ошибкой преувеличивать или преуменьшать значение одного из них, например полиморфизма, за счет принижения или превознесения другого — изоморфизма, как это делается, скажем, в СТЭ или в номогенезе. Указанные обстоятельства приводят нас к необходимости детального, как и в случае с полиморфизмом, изучения изоморфизма.

В системной литературе изоморфизм берется как нечто данное в отличие от нашей ОТС, в которой он выводится на определенном этапе ее построения как необходимое дополнение полиморфизма. Более того, изоморфизм зачастую понимается лишь

как *математический изоморфизм*. Между тем существует и естественнонаучное представление об изоморфизме, идущее еще от Моннэ, Роме де Лиля, Леблана, Бертолле, Гаюи, Фукса, Бедана, но в окончательном виде установленное в 1819—1821 гг. Э. Митчерлихом на ряде солей фосфорной и мышьяковой кислот [111; 112. С. 65—67]. По предложению Я. Берцелиуса Э. Митчерлих и назвал новое явление *изоморфизмом* или *равноформенностью* [см.: 76. С. 223]. Вскоре это понятие перекочевало в математику, во многие другие науки и стало определяться как *сходство* обычно довольно высокой степени и главным образом по морфологическим признакам.

Очевидно, ОТС не может опираться лишь на математическую дефиницию изоморфизма. Мы полагаем, что в соответствии со стремлением придать ОТС максимальную общность, содержательность, синтетичность нужно выработать такое определение изоморфизма, которое удовлетворяло бы ученых всех областей знания и в то же время не совпадало бы с более частными их дефинициями. Это заставляет нас предложить новый термин — *системный изоморфизм*.

Системный изоморфизм — это отношение. Следуя Ю. А. Шрейдеру [113], отношение системного изоморфизма можно определить как подмножество некоторого Декартова произведения  $S_A \times S_B$ . Однако обычное определение предполагает наличие некоторой заранее заданной основной системы объектов рода  $S$  —  $S_c$  (с от слова «синтез»), тем более что  $S_A$  и  $S_B$  можно рассматривать как ее подсистемы, что позволяет воспользоваться плюсами как первого, так и второго подхода.

*Определение 5.* Назовем отношением системного изоморфизма между объектами-системами одной и той же системы объектов рода  $S$  отношение  $R \subseteq S_c \times S_c$ , обладающее следующими свойствами:

1) *рефлексивностью*: всякий объект-система  $a$  системно изоморфичен самому себе; другими словами, для всякого  $a \in S_c$  имеем:  $(a, a) \in R$ , или, что то же самое, для всех  $a \in S_c$  выполняется  $aRa$ ;

2) *симметричностью*: если  $a$  системно изоморфичен  $b$ , то  $b$  системно изоморфичен  $a$ ; другими словами, если  $(a, b) \in R$ , то также  $(b, a) \in R$ , откуда следует, что  $R = R^{-1}$ , или  $aRb \rightarrow bRa$ .

Особо отметим содержательность и синтетичность этого определения: фактически системный изоморфизм является явной экспликацией отношения схождения. Другим его выражением служит понятие *толерантность* (по Э. Зиману [32]). Высшей формой системного изоморфизма будет *тождество*, его наиболее распространенной формой существования — *неполное сходство*;

важным частным случаем его будет *эквивалентность* с ее многочисленными видами, из которых наиболее значимы для нас отношения *равенства* и *математического изоморфизма*.

*Предложение 23.* Системный изоморфизм есть система объектов одного и того же рода, изоморфическая модификация — объект-система. Справедливость первой части этого утверждения следует из определения системного изоморфизма, согласно которому последний суть отвечающая условиям рефлексивности и симметричности подсистема сходных пар объектов-систем системы  $S_c \times S_c$ . Справедливость второй части предложения следует из справедливости его первой части.

*Закон изоморфизации:* любой объект есть изоморфическая модификация и любая изоморфическая модификация принадлежит хотя бы одному системному изоморфизму.

Справедливость закона изоморфизации следует уже из истинности закона системности. Действительно, любой объект схож с любым другим объектом по отношению «быть объектом-системой и принадлежать хотя бы одной системе объектов данного рода». Правда, по такому отношению любой объект-система будет выступать как изоморфическая модификация любого другого объекта-системы, как бы далеко они ни отстояли друг от друга, даже если один из них — материальный, другой — идеальный. Сказанное справедливо и для любой цепочки превращений объектов-систем, сколь бы существенными они ни были, например типа: «живой организм — труп — зола после его сжигания». Это справедливое суждение позволяет прийти к закону сохранения — инвариантной формулировке закона системности.

*Закон сохранения системного сходства:* какие бы превращения объекты-системы ни испытывали, системное сходство как с самими собой, так и с другими объектами-системами сохраняется.

Выявление системного изоморфизма в виде системы объектов данного — изоморфического — рода позволяет автоматически предложить *алгоритм построения изоморфизма в виде уже сформулированного алгоритма построения системы объектов данного рода*. Например, следуя этому алгоритму, мы можем в качестве «первичных» элементов отобрать объекты-системы сравниваемых систем объектов родов А и В (т. е.  $S_A$  и  $S_B$ ), «наложить» на эти элементы отношение единства, т. е. сочетания во всевозможные пары; ограничить данное отношение выбранным условием сходства «иметь признаки  $P_1, P_2, \dots, P_k$ » и образовывать подчиняющийся всем этим ограничениям особый «системный изоморфизм», т. е. подсистему декартова произведения систем  $S_A$  и  $S_B$ .

К сожалению, приведенный алгоритм недостаточно эвристичен. Это обстоятельство заставило нас разработать особый алгоритм предсказания сходства — системного изоморфизма. Согласно этому эвристическому приему, необходимо, во-первых, установить принципиальные особенности объекта-системы или системы объектов данного рода; во-вторых, построить абстрактную модель, изоморфную по этим особенностям оригиналу; в-третьих, отобрать из уже известных науке объекты-системы или системы объектов данных родов, изоморфные данной модели, и, наконец, в-четвертых, установить изоморфизм исходного объекта-системы или системы объектов данного рода отобранным объектам-системам или системам объектов данных родов.

Использование алгоритма предсказания сходства позволило впервые предсказать и детально описать изомерийный а) *диссимметрический изоморфизм* между 16 изомерами листьев липы и 16 изомерами молекул альдогексоз; б) *диссиметро-недиссимметрический изоморфизм* между 9 изомерами молекул инозита и 9 из 14 изомерами 6-членного венчика барбариса; в) *недиссимметрический изоморфизм* между цис- и трансизомерами молекул дихлорэтилена и цис- и трансизомерами 4-членного венчика ночной фиалки [89].

Посредством этого же алгоритма и закона соответствия (см. далее) нам удалось разработать *хемоцентрический* (стандарт сравнения — глицериновый альдегид), *антропоцентрический* (стандарт сравнения — человек) и *хемо-антропоцентрический* (стандарты сравнения — глицериновый альдегид и человек) способы однозначного определения знаков энантиоморфизма (правизны или левизны) химических и нехимических объектов и решить труднейшую задачу определения знаков энантиоморфизма нехимических (в частности, биологических) диссубъектов посредством химических, а химических — посредством нехимических диссубъектов [95].

Новый шаг в развитии обобщенного учения об изоморфизме можно сделать посредством отношения эквивалентности как важного частного случая изоморфизма.

*Определение 6.* Назовем отношением эквивалентности между объектами-системами одной и той же системы  $S_c$  отношение  $R \subseteq S_c \times S_c$ , обладающее свойствами: 1) *рефлексивности*: всякий объект-система  $a$  эквивалентен самому себе; другими словами, для всякого  $a \in S_c$  имеем  $(a, a) \in R$ , или, что то же самое, для всех  $a \in S_c$  выполняется  $aRa$ ; 2) *симметричности*: если  $a$  эквивалентен  $b$ , то  $b$  эквивалентен  $a$ ; другими словами, если  $(a, b) \in R$ , то  $(b, a) \in R$ , откуда следует, что  $R = R^{-1}$ , или  $aRb \rightarrow bRa$ ; 3) *транзитивности*: если  $a$  эквивалентен  $b$  и  $b$  эквивалентен  $c$ , то

$a$  эквивалентен  $c$ ; другими словами,  $(a, b) \in R$  и  $(b, c) \in R \rightarrow (a, c) \in R$ , или  $aRb$  и  $bRc \rightarrow aRc$ .

Отношение эквивалентности удобно обозначать знаком  $\sim$  (тильда).

Определения системного изоморфизма и эквивалентности почти дословно совпадают друг с другом. Это сделано намеренно, чтобы подчеркнуть частный характер второй по отношению к первому, но главной задачей является исследование с помощью понятия «эквивалентность» связи «системный изоморфизм — симметрия».

Изучать эту связь можно по меньшей мере двумя способами: во-первых, посредством понятия «равенство» — важного частного случая отношения эквивалентности; во-вторых, путем вывода законов соответствия и симметрии, осуществляемого с использованием представления об эквивалентности. Остановимся на этих моментах подробнее.

*Равенство — симметрия.* Будем считать равными по признакам  $\Pi$  все такие объекты  $O$ , которые становятся неотличимыми друг от друга по сравниваемым признакам после изменений  $I$ . Если мы теперь сопоставим данную дефиницию с определением симметрии (см. с 58 настоящей книги) и слово «совпадение» в этом определении заменим словом «равенство», то убедимся, что симметрия — это... равенство или по крайней мере такое «явление», которое в качестве своей основы содержит равенство. При этом каждая из четырех аксиом теории групп (аксиома замыкания — косвенно, а остальные три — непосредственно) также говорит о тех или иных равенствах, так что и с позиций теории групп подтверждается сделанное заключение о симметрии.

Аналогично обстоит дело и с «равенством». Если в приведенной дефиниции слово «равными» заменить словом «симметричными», то станет ясно, что равенство — это... симметрия или нечто, содержащее в своей основе симметрию. О том же говорят и свойства отношения эквивалентности, а стало быть, и свойства отношения равенства, т. е. «рефлексивность», «симметричность», «транзитивность», так как эти свойства равнозначны трем групповым аксиомам — о нейтральном элементе, об обратных элементах, о замкнутости группы на себя.

Итоги такого двойного анализа (симметрии с точки зрения равенства, а равенства с точки зрения симметрии) настойчиво побуждают нас сделать простой на первый взгляд вывод о том, что симметрия — это равенство, равенство — это симметрия. Соответственно и асимметрия — это неравенство, неравенство — это асимметрия.

Из сказанного следует, что равенство (как и неравенство)

относительно. На примере учения о структурной симметрии мы детально показали [см.: 92], что в основе любых симметрий — как классических, так и неклассических, разработанных за последние 60 лет (подробнее о последних см. в главе А. М. Заморзаева в данной книге), — лежит именно релятивистское понимание равенства. Это обстоятельство позволяет рассматривать историю развития представлений о симметрии как историю открытий нетривиальных равенств и учений о них.

## 11. Законы соответствия и симметрии

Формально систему объектов рода  $i$  можно рассматривать как конечное или бесконечное множество объектов-систем, заданное посредством такого основания  $A_i$ , которое включает в себя  $a \in \{A_i^{(0)}\}$ ,  $r \in \{R_i\}$ ,  $z \in \{Z_i\}$ . Это отождествление позволяет автоматически переносить понятия и теоремы теории конечных и бесконечных, неразмытых и размытых множеств на область ОТС и тем самым развивать последнюю и как теорию конечных и бесконечных, неразмытых и размытых систем. Именно путем простого переноса знаний мы докажем существование важных для ОТС законов соответствия и симметрии. Однако прежде чем давать их определения и приводить теоретико-множественные схемы их доказательств, сделаем необходимые пояснения.

По аналогии с теорией множеств будем считать, что бесконечная система объектов-систем рода  $B$  —  $S_B = \{a, b, c, \dots\}$  имеет ту же мощность, что и бесконечная система объектов-систем рода  $C$  —  $S_C = \{\alpha, \beta, \gamma, \dots\}$ , если существует взаимно однозначное соответствие между объектами-системами этих систем хотя бы по одному какому-нибудь закону  $(\alpha)f=a$  (где  $f$  — закон функционального отношения). В силу сказанного можно утверждать, что  $S_C$  равномощно  $S_B$ , и писать  $|S_C| \sim |S_B|$ , где знак  $\sim$  (тильда) есть одновременно знак эквивалентности, поскольку определенное таким образом отношение есть отношение эквивалентности.

Очевидно, понятие одинаковой мощности для конечных систем объектов сводится к понятию равного числа объектов-систем, к равночисленности. Это означает, что понятие мощности есть обобщение понятия числа элементов. И подобно тому как для двух конечных систем родов  $B$  и  $C$  с числом элементов  $n_1$  и  $n_2$  возможно только одно из трех соотношений  $n_1 = n_2$ ,  $n_1 > n_2$ ,  $n_1 < n_2$ , для двух бесконечных систем объектов  $S_1$  и  $S_2$  с мощностями, выраженными кардинальными числами

$m_1$  и  $m_2$ , также возможно лишь одно из трех соотношений  $m_1 = m_2, m_1 > m_2, m_1 < m_2$ .

*Предложения 24, 25. Законы соответствия и симметрии.* Между любыми двумя системами объектов-систем  $S_1$  и  $S_2$  возможны соотношения лишь следующих четырех видов:

- 1)  $S_1$  и  $S_2$  взаимно эквивалентны и симметричны;
- 2) в  $S_1$  есть собственная часть, эквивалентная и симметричная  $S_2$ , а в  $S_2$  есть собственная часть, эквивалентная и симметричная  $S_1$ ;
- 3) в  $S_1$  есть собственная часть, эквивалентная и симметричная  $S_2$ , но в  $S_2$  нет собственной части, эквивалентной и симметричной  $S_1$ ;
- 4) в  $S_2$  есть собственная часть, эквивалентная и симметричная  $S_1$ , но в  $S_1$  нет собственной части, эквивалентной и симметричной  $S_2$ .

Соотношение (5) такое, что в  $S_1$  нет собственной части, эквивалентной и симметричной  $S_2$ , и в  $S_2$  нет собственной части, эквивалентной и симметричной  $S_1$ ; такое соотношение невозможно.

*Предложение 24.* Закон соответствия, как и в теории множеств, в ОТС доказывается посредством аксиомы выбора Э. Цермело. Кроме того, важно учесть, что, согласно теореме Г. Кантора — С. Н. Бернштейна, гласящей «если каждое из двух множеств (систем) эквивалентно части другого, то данные множества эквивалентны», случай (2) сводится к случаю (1). Отсюда следует несовместимость соотношений  $m_1 = m_2, m_1 < m_2, m_1 > m_2$ , где  $m_1, m_2$  — мощности соответственно  $S_1$  и  $S_2$ .

*Предложение 25.* Закон симметрии, заключающийся в том, что существование между произвольными системами  $S_1$  и  $S_2$  симметрии одного из четырех, а с учетом теоремы Кантора — Бернштейна — трех родов, выводится по крайней мере из того, что а) отношение эквивалентности (в нашем случае — «равномощности»), так или иначе реализующееся между системами, уже содержит требование взаимной симметричности, в чем мы убедились, анализируя отношение «равенство — симметрия»;

б) взаимно однозначные отображения, посредством которых установлены четыре (три) перечисленных в законе соответствия вида эквивалентности, представляют собой каждый раз совокупность отображений, являющуюся математической группой относительно принятого в ней закона композиции отображений. Действительно, такая совокупность (1) содержит тождественное отображение  $\epsilon$ , переводящее каждый элемент  $k \in S_i$  ( $i=1,2$ ) в себя; (2) для каждого отображения  $\alpha: a \rightarrow a'$  системы  $S_1$

в  $S_2$  содержит ему обратное  $\alpha^{-1}:a' \rightarrow a$  системы  $S_2$  в  $S_1$ ; (3) вместе с каждой парой отображений  $\alpha, \beta$  содержит их произведение  $\alpha \cdot \beta$ .

Учитывая поставленные в этом разделе задачи, остановимся подробнее на законе симметрии. Согласно этому закону, существует, во-первых, межсистемная симметрия между любыми двумя системами родов  $A$  и  $B$ , во-вторых, внутрисистемная симметрия. Если же  $S_A$  и  $S_B$  рассматриваются как подсистемы некой новой системы  $S_C$ , то можно говорить о симметрии системы в целом.

Очевидно, мы придем не к 4(3), а к большему числу межсистемных симметрий, если будем сопоставлять  $S_A$  и  $S_B$  по их системообразующим параметрам, т. е. по 1)  $m$ ; 2)  $r$ ; 3)  $z$ ; 4)  $m, r$ ; 5)  $m, z$ ; 6)  $r, z$ ; 7)  $m, r, z$ , которым в случае  $S_A$  соответствуют 7 множеств:  $\{M_A\}, \{R_A\}, \{Z_A\}, \{M_A, R_A\}, \{M_A, Z_A\}, \{R_A, Z_A\}, \{M_A, R_A, Z_A\}$ , а в случае  $S_B$  — 7 множеств:  $\{M_B\}, \{R_B\}, \{Z_B\}, \{M_B, R_B\}, \{M_B, Z_B\}, \{R_B, Z_B\}, \{M_B, R_B, Z_B\}$ . Между любыми множествами первых семи совокупностей и любыми множествами вторых семи совокупностей в свою очередь можно обнаружить различные эквивалентности и симметрии — всего  $7 \times 7 = 49$  родов (типа  $\{M_A\} \sim \{M_B\}$ ,  $\{M_A\} \sim \{R_B\}$ , ...,  $\{M_A, R_A, Z_A\} \sim \{M_B, R_B, Z_B\}$ ), а с учетом трех принципиальных разновидностей (перечисленных в законах соответствия и симметрии) —  $49 \times 3 = 147$  видов.

Подобным образом мы придем не к 4(3), а к 28 внутрисистемным симметриям, если будем каждое из 7 множеств —  $\{M\}, \{R\}, \{Z\}, \{M, R\}, \{M, Z\}, \{R, Z\}, \{M, R, Z\}$  — системы  $S_A$  или  $S_B$  сопоставлять как с самим собой, так и с любым другим множеством из 6 оставшихся. При учете же трех принципиальных разновидностей таких внутрисистемных симметрий будет, естественно, не 28, а  $28 \times 3 = 84$ . Всего же для произвольных систем  $S_A$  и  $S_B$  возможно  $49 + 28 \times 2 = 105$  родовых и  $105 \times 3 = 315$  видовых меж- и внутрисистемных симметрий.

Мы придем к иным классам системного изоморфизма и симметрии, если последние будем рассматривать с точки зрения 9 видов полиморфизма. Очевидно, согласно логике, мы обязаны 9 видов полиморфизма дополнить 9 видами системного изоморфизма и симметрии (см. схему на с. 82) и еще 36 — из-за возможного изоморфизма между любыми парами полиморфизмов из 9 возможных. В итоге мы получим 45 различных системных изоморфизмов и симметрий, а с учетом трех возможных разновидностей —  $45 \times 3 = 135$ .

В учении о системных соответствиях и симметриях можно существенно продвинуться, если учесть, что требованиям законов соответствия и симметрии отвечают все формы существования



материи — пространство (П), время (В), движение (Д) — и их «носитель», субстрат (С). Новые классы изоморфизма и симметрии можно вывести посредством следующих рассуждений.

Теоретически возможны такие 15 систем объектов данного типа: П, В, Д, С, ПВ, ПД, ПС, ВД, ВС, ДС, ПВД, ПДС, ВДС, ПВС, ПВДС. Если же различать порядок компонентов, то подобных систем будет 64. С учетом их изомерийных, неизомерийных и изомерийно-неизомерийных случаев таких систем будет в первом случае  $15 \times 3 = 45$ , во втором —  $64 \times 3 = 192$ . С точки зрения законов соответствия и симметрии между любыми двумя системами объектов данных родов — одного и того же или разных типов — возможны соотношения эквивалентности и симметрии одного из трех родов. Тогда число возможных эквивалентностей и симметрий без учета и с учетом трех их разновидностей будет 120 и 360 — для систем 15-ти; 1035 и 3105 — для систем 45-ти; 2080 и 6240 — для систем 64-х; 18 528 и 55 584 — для систем 192 разных типов. Отметим, что число возможных эквивалентностей и симметрий —  $\sum_n$  и полнота перебора определялись посредством формулы суммы первых  $n$  членов арифметической прогрессии вида  $\sum_n = (a_1 + a_n) \cdot n/2$  (где  $a_1$  — первый,  $a_n$  —  $n$ -й член прогрессии). Например, для систем 15 разных типов  $\sum_{15} = (1 + 15) \cdot 15/2 = 120$  разным эквивалентностям и симметриям.

## 12. Закон системного схождения

Понятие «эквивалентность» в законе соответствия можно заменить понятием «системный изоморфизм», поскольку первая — частный случай второго и второй предъявляет к сопоставляемым системам менее жесткие требования, чем первая. Это сразу же приводит к *закону системного изоморфизма* — *закону системного схождения*, а тем самым автоматически к 4(3), 315, 360, 3105, 6240, 55 584 (соответственно перечисленным выше числам видов симметрий и соответствий), к механическим, физическим, химическим, геологическим, биологическим, социальным, а также к пространственным, временным, динамическим, субстанциональным системным изоморфизмам.

В философском плане эти выводы интересны тем, что они одновременно приводят к экспликации новых понятий об *основных и производных формах существования материи*, об *основных и производных формах пространства, времени, движения, субстанции*, а также об *основных и производных формах их сочетаний и размещений* по 1, 2, 3 и 4. Как и в случае введения нового понятия «формы изменения материи», здесь также речь идет

о содержательных вещах. Например, понятию «основные и производные формы существования материи» отвечают 3 основных (П, В, Д) и  $4 \left( \sum_{i=2}^3 C_3^i = 4 \right)$  или  $12 \left( \sum_{i=2}^3 A_3^i \right)$  производных способов существования, в частности *пространственно-временной*, имеющий огромное значение в теории относительности А. Эйнштейна.

Не все виды сходства, т. е. признаки, по которым могут быть сравнены системы, всеобщи и столь фундаментальны, как отношение, выраженное законом системности. Это обстоятельство ставит новый для ОТС вопрос о порождении и уничтожении сходства (по сравниваемым признакам). Здесь мы остановимся лишь на вопросе о числе и виде способов преобразований типа «несходное  $\nleftrightarrow$  сходное», «различие  $\nleftrightarrow$  сходство».

Очевидно, для того чтобы сходство (объекта-системы с самим собой, между объектом-системой и продуктами его изменения, только между продуктами его превращения) возникло, необходимы преобразования. Согласно центральному предложению ОТС, отдельный объект-система может быть преобразован 8 способами: в себя — тождественным преобразованием, в другие объекты — 7 другими способами (количественным, качественным, относительным и комбинируемыми из них). В табл. 8 содержатся наглядные модели шести из них, которые мы можем дополнить моделями двух отсутствующих в ней преобразований: 1) тождественным — «сон  $\rightarrow$  сон», 2) относительным — «сон  $\rightarrow$  нос», «сон  $\rightarrow$  онс».

Что касается порождения сходства преобразованием совокупности объектов-систем, то число способов будет равно не 8, а 255 при неразличении порядка или большему числу при различении порядка комбинируемых превращений. Табл. 7 имплицитно содержит модели по существу 127 способов из 255 возможных. Эту же таблицу можно рассматривать и как таблицу 127 моделей преобразования сходного в несходное, несходного в сходное. Материалы этих таблиц удерживают от скоропалительного вывода об общности причин и механизмов возникновения, основываясь лишь на исходных объектах-системах.

Таковы главные положения обобщенного учения об изоморфизме. В его научной значимости легко убедиться, сопоставляя учение ОТС об изоморфизме с какой-нибудь достаточно развитой концепцией об изоморфизме, например с представлениями о биоизоморфизме, развитыми в рамках уже не СТЭ, а номогенетической теории эволюции Л. С. Берга [6].

Учение ОТС об изоморфизме, на наш взгляд, позволяет развить номогенетическую концепцию о сходстве вообще, биоло-

гическом в особенности, прежде всего благодаря, во-первых, экспликации изоморфической модификации в виде объекта-системы, а сходства, системного изоморфизма — в виде системы объектов одного и того же рода; во-вторых, теоретическому выводу единых для неживой, живой природы и общества законов сходства — изоморфизации, соответствия, симметрии, системного изоморфизма, сохранения системного сходства. Из их признания сразу следует вывод о неизбежности изоморфизации любых объектов-систем на всех уровнях их организации, всех их фундаментальных особенностей — субстанциональных, пространственных, временных, динамических. Именно на этом, правда применительно лишь к биосистемам, настаивал Л. С. Берг (6), предлагая на основании огромного эмпирического материала универсальный для живой природы закон биологического сходства — закон конвергенции\*. Он считал, что этот закон охватывает как *параллелизм*, т. е. сходство организмов, обязанное их родству (таково, например, сходство близнецов), так и *конвергенцию* — сходство организмов, обязанное одинаковым условиям существования (например, в водной среде; таково сходство между сельдевой акулой и дельфином). Кроме того, законом конвергенции он пытался охватить и случаи сходства, обязанные «известному единообразию законов природы» [6. С.287]. Однако Л. С. Берг не смог ни сформулировать единообразные законы природы, ни привести хотя бы один пример порождаемого ими особого вида сходства. Тем не менее он был глубоко прав: неожиданное для биологов подтверждение номогенез получил в ОТС.

В ОТС были сформулированы некоторые единые для всей природы законы системности, преобразования объектов-систем, поли- и изоморфизации, соответствия, симметрии, системного сходства, системной противоречивости и непротиворечивости, а также установлен «порождаемый» этими законами новый тип сходства — системная общность. Последняя не сводима ни к одному из типов сходства, известных в естественных и общественных науках, в частности к параллелизму и конвергенции, известным в биологии. Системная общность связана просто с различ-

\* Вопреки претензиям на высший синтез сторонники СТЭ оказались не в состоянии понять значение, может быть, самого великого открытия Л. С. Берга — закона конвергенции. И это не случайно, ибо они рассматривают конвергенцию и параллелизм как нечто совершенно второстепенное по сравнению с дивергенцией. Поэтому, как подчеркивает С. В. Мейен [54—56], даже в лучших публикациях факты сходства либо совсем не упоминаются, либо им уделено всего несколько строчек [см., например, 23; 46].

ными реализациями одной и той же абстрактной системы того или иного рода.

Примерами такого сходства могут служить математический изоморфизм между 16 изомерами листьев липы и 16 изомерами альдогексоз (Ю. А. Урманцев), между общей структурой генетического кода, рядом биномиального разложения  $2^6$ , икосаэдром, додекаэдром, химическим соединением бареной и радиолярной циркорегма додекаэдра (А. Г. Волохонский, Ю. А. Урманцев); сходство гомологических рядов развития животных и растений с гомологическими рядами спиртов и углеводов (Е. Д. Коп и Н. И. Вавилов), биоэволюции, биоценоза, естественного отбора с техноэволюцией, техноценозом, информационным отбором (Б. И. Кудрин) и т. д. Число подобных примеров можно без труда увеличить.

Все эти сходства не являются следствиями родства или (и) одинаковых условий существования. В свое время это дало нам повод сформулировать афоризм: *«Сходно не всегда сходно по причине родства или одинаковых условий существования или по причине того и другого»*. Существование системной общности, разумеется, несколько усложняет наши представления о природе сходства. Но если ее не учитывать, то можно прийти к ошибочным выводам, в частности к построению ложных «древ жизни», как показал С. В. Мейен на примере работ английского палеоботаника Р. Мельвилля [54].

До возникновения ОТС различного рода соответствия, скажем, между качественно различными рядами развития или между законами различных областей природы и общества, или между числами-характеристиками качественно различных систем... и т. д. устанавливались эмпирически и, как правило, многими наивно рассматривались как чисто случайные совпадения. Между тем, может быть, впервые в науке ряд законов ОТС такого рода «абсолютно случайные» совпадения не только предполагает, но и требует.

В-третьих, развитию номогенетической концепции о сходстве способствует предложение алгоритма построения системного изоморфизма и алгоритма предсказания сходства, а также открытие ряда новых случаев математического изоморфизма между некоторыми биологическими и небιологическими изомерийными системами.

В-четвертых, это возможно и благодаря выводу десятков, сотен, тысяч, десятков тысяч новых классов системного сходства. Покажем значение этого вывода на конкретном примере. Как известно, помимо параллелизма и конвергенции, известных со времен Р. Оуэна (1843 г.), Л. С. Берг [6] различал еще четыре вида сходства, впоследствии названных [96] *гетеротопным*

(сходство пород собак Старого и Нового Света), *гетерохронным* (повторное образование моллюсков рода Вола в разное геологическое время; это так называемое повторное видообразование по Кокену), *гетеродинамическим* (сходство генетических систем управления и контроля разных организмов по их основным принципам функционирования), *гетеросубстратным* (сходство разных субстратов — животных, дрожжевых грибов, бобовых растений, в частности, по субстрату же — наличию у них разновидностей гемоглобина). Оказывается, если ограничиться даже только приведенными 4 основаниями сходства, а именно П, В, Д, С (не говоря уже о других основаниях), то даже в этом случае ОТС позволяет весьма существенно дополнить список различных сходств перечнем 360 возможных эквивалентностей, симметрий и изоморфизмов для систем 15 и 55 584 — для систем 192 разных типов.

В-пятых, разработка номогенетической концепции существенно продвигается вперед и благодаря принципиально новому выводу всех, в том числе «полифилетических», способов поражения или уничтожения сходства — 8 для отдельного объекта-системы, 255 — для их совокупностей. Вне ОТС такой вопрос в науке не поставлен.

В-шестых, изучение любого изоморфизма, в том числе биологического, минералогического, химического и т. д., не только во всеобщей связи и взаимообусловленности, но и в системе конкретных изоморфизмов, исследуемых другими науками, также способствует развитию номогенеза.

В-седьмых, развитие рассматриваемой концепции в значительной мере углубляется за счет выполнения требования изучать изоморфизм (сходство) в единстве с его противоположностью — полиморфизмом (различием) в качестве его равноправного и необходимого дополнения. Между тем в СТЭ очень существенно недооценивают, а в номогенезе переоценивают значение изоморфизмов в живой природе при одновременной переоценке («синтетисты») или недооценке («номогенетики») значения в ней полиморфизма. Высказанные здесь соображения о СТЭ и номогенезе с новых сторон подтверждают глубокую правоту критических оценок К. Марксом и Ф. Энгельсом эволюционного учения Ч. Дарвина [50. Т. 30. С. 475; Т. 34. С. 133, 134].

Основываясь на главных предложениях ОТС и учения о поли- и изоморфизме, симметрии и диссимметрии, мы разовьем далее системный подход прежде всего к ряду философских проблем — к отношениям противоречия и непротиворечия, взаимодействия, одностороннего действия и взаимонедействия, к проблемам единства и многообразия мира, изменения и развития.

### 13. ОТС и отношения противоречия и непротиворечия

*Предложение 26.* Любой системе присущи  $n$  отношений противоречия, т. е.  $n$  отношений единства и «борьбы» противоположностей. В рамках ОТС это утверждение прямо следует из закона обязательной симметричности, а тем самым групповой природы любых систем хотя бы в одном каком-либо отношении. Вследствие сказанного системы непременно должны обладать  $n$  раздельно или виртуально существующими прямыми и обратными — взаимопротивоположными — элементами, связанными в  $n$  отношений единства и «борьбы» ( $n$  отношений взаимной нейтрализации и порождения единичного элемента) законом композиции данной группы.

Проиллюстрируем сказанное на примере табл. 3, 4 системных преобразований и антипреобразований [см. с. 59—61].

В табл. 3, 4 в согласии с предложением 26 имеем группы, включающие в себя соответственно 8 и 14 отношений противоречия между взаимопротивоположными элементами. Причем на основании табл. 3 признается тождество противоположностей — совпадение прямых и обратных системных преобразований, их своеобразная виртуальность, поскольку противоположностью каждого преобразования признается само это преобразование. В случае же табл. 4 взаимопротивоположные антипреобразования (за исключением тождественного) представлены раздельно в виде  $+K_l$  и  $-K_l$ ,  $+K_c$  и  $-K_c$  и других преобразований. Кроме того, в табл. 4 констатируется превращение каждого антипреобразования в свою противоположность при композициях вида  $AFA=A^{-1}$ . Так,  $+K_lF+K_l=-K_l$ ,  $-K_lF-K_l=+K_l$  и т. д.

Далее из табл. 3, 4 видно, что в обеих группах существует единственный для каждой из них нейтральный элемент  $T$  и единственное для каждого системного изменения «антиизменение».

*Предложение 27.* Любое противоречие есть противоречие-система, и любое противоречие-система принадлежит хотя бы одной системе противоречий одного и того же рода.

Справедливость предложения 27 прямо следует из справедливости закона системности. Содержательно смысл предложения 27 можно раскрыть на примере любого противоречия. Сделаем это на примере группы системных антипреобразований 27-го порядка (см. табл. 4). В этом случае мы имеем 14 отношений противоречия, и каждое из них является противоречием-системой, потому что в любом из них можно выделить «первичные» элементы — две противоположности (взаимопротивопо-

ложные антипреобразования); отношения единства и «борьбы» противоположностей (отношения взаимной нейтрализации прямых и обратных антипреобразований); ограничивающий это отношение закон  $F$ ; результат этого отношения —  $T$ -преобразование. Далее, каждое противоречие действительно принадлежит системе из 14 противоречий.

Сопоставив предложения 26, 27, получим предложение 28.

*Предложение 28. Закон системной противоречивости.* Любой системе присуща подсистема противоречий-систем, т. е. подсистема отношений единства и «борьбы» противоположностей.

Рассуждая аналогично, мы приходим к следующим, двойственным по отношению к предложениям 26—28, утверждениям.

*Предложение 29.* Любой системе присущи  $m$  отношений непротиворечия. Это утверждение также следует из симметричности, групповой природы любой системы и, стало быть, наличия в ней отношений непротиворечия, но уже между взаимонепротивоположными элементами системы. В случае групп системных преобразований и антипреобразований (см. табл. 3, 4) мы имеем системы соответственно с 56 и 702, а учитывая абелевый характер их — с 28 и 351 отношениями непротиворечия между взаимонепротивоположными системными изменениями.

*Предложение 30.* Любое непротиворечие есть непротиворечие-система, и любое непротиворечие-система принадлежит хотя бы одной системе непротиворечий одного и того же рода.

Справедливость предложения 30, как и парного ему предложения 27, следует из справедливости закона системности. Содержательно смысл предложения 30 можно раскрыть на примере любого непротиворечия. Как и ранее, мы обратимся к табл. 4. В этом случае мы имеем 351 отношение непротиворечия, и каждое из них есть непротиворечие-система, потому что в любом из них можно выделить «первичные» элементы — два взаимонепротивоположных антипреобразования (например,  $+Kл$  и  $+Kл$ ,  $+Kл$  и  $+Kч$  и т. д.), отношение группового единства между ними; ограничивающий данное отношение закон  $F$ ; результат этого отношения — одно из нетождественных антипреобразований. Наконец, согласно предложению 30, каждое непротиворечие-система действительно принадлежит системе из 351 непротиворечия.

Сопоставив предложения 29, 30, получим предложение 31.

*Предложение 31. Закон системной непротиворечивости.* Любой системе присуща подсистема непротиворечий-систем. Это означает, что непротиворечивость столь же всеобща, как и ее противоположность — противоречивость.

Суммирование предложений 26—28 с предложениями 29—31 позволяет подытожить системные представления о противоре-

чивости и непротиворечивости систем следующим образом.

*Предложение 32.* Любой системе присущи  $n$  отношений противоречия и  $m$  отношений непротиворечия.

*Предложение 33. Закон системной противо-непротиворечивости.* Любой системе присущи подсистема противоречий-систем и подсистема непротиворечий-систем.

Из доказанных здесь восьми утверждений следуют удивительные по своей неожиданности предложения 34, 35.

*Предложение 34.* Любому противоречию-системе присущи подсистема противоречий-систем и подсистема непротиворечий-систем.

*Предложение 35.* Любому непротиворечию-системе присущи подсистема непротиворечий-систем и подсистема противоречий-систем.

Не следует думать, что в обоих предложениях говорится об одном и том же; в действительности в каждом из этих утверждений речь идет о разных системах и разных входящих в эти системы подсистемах. Несмотря на кажущуюся парадоксальность предложений 34, 35, они не парадоксальны: во-первых, обнаружения в отношении противоречия — непротиворечия, а в отношении непротиворечия — противоречия, раздвоения каждого из них на противоположности и получения пары «противоречие — непротиворечие» требует не только ОТС, но и диалектическая логика.

Более того, из ОТС следует, что такая «разбивка» каждого из отношений и каждой пары на под-, под-под-, под-под-под... системы противоречий и непротиворечий может быть продолжена бесконечно. Во-вторых, укажем на пример реализации предложений 34, 35, что было бы невозможно при их логической противоречивости. Самым распространенным и фундаментальным подтверждением истинности предложения 34 является сама система, которая, согласно закону системной противо-непротиворечивости, всегда есть единство противоположностей — подсистемы противоречия и подсистемы непротиворечия. Примером реализации требований предложения 35 могут быть пары взаимодействующих объектов, одинаково относящихся друг к другу (подробнее об этом. см. параграф 14 настоящей главы).

Наконец, следует сказать о философском значении законов системной противоречивости и непротиворечивости.

В экстенсивном (количественном) плане закон системной противоречивости предстает как закон, которому подчиняются любые объекты, поскольку признается, что любой объект есть объект-система и любой объект-система непременно обладает подсистемой противоречий.

В интенсивном (качественном) плане закон системной про-



тиворечивости — из-за теоретико-групповых ограничений — как будто выражает лишь отношения взаимной нейтрализации, равнодействия, противоположностей. Однако в рамках всей ОТС такое ограничение законами преобразования и развития систем снимается, что приводит не только к равнодействию и неравнодействию противоположностей, но и к возникновению, существованию, преобразованию, развитию всех противоречий системы, к преобразованию при некоторых условиях каждой противоположности в ее собственную противоположность, а в конечном счете — к оборачиванию развития противоречий противоречиями развития. Именно из-за этих обстоятельств в формулировке предложения 28 указание лишь на равнодействие противоположностей опущено.

Предложение 28 является ОТС-экспликацией и факта подчинения систем философскому закону единства и «борьбы» противоположностей. Учитывая это, а также известную всеобщность и специфичность закона системной противоречивости, предложение 28 можно рассматривать как наиболее общую системную конкретизацию закона единства и «борьбы» противоположностей.

В связи со сказанным обращают на себя внимание три новых не только для ОТС, но, пожалуй, и для диалектики положения: 1) любое противоречие есть противоречие-система; 2) любое противоречие-система принадлежит хотя бы одной системе противоречий одного и того же рода; 3) даже противоречию-системе присуща подсистема непротиворечий, так что само противоречие есть диалектическое единство двух взаимопротивоположных подсистем — непротиворечия и противоречия.

Применительно к конкретному противоречию следование первому положению требует от исследователя указания не только вида двух противоположностей, отношений единства и «борьбы» между ними, реализующих данное противоречие (как это делалось до сих пор), но и вида закона и результата таких отношений (что до сих пор не делалось). Несомненно, единство и «борьба» противоположностей в неживой, живой природе и обществе каждый раз «протекает» по своим специфическим законам и каждый раз завершается своими результатами.

Следование второму положению требует от исследователя экспликации (с должным вниманием к ее полноте) хотя бы одной системы противоречий того рода, который присущ и данному противоречию; описания присущих этой системе разных пар противоположностей (множества «первичных» элементов), отношений единства и «борьбы» (множества отношений единства) и условий, ограничивающих эти отношения (множества законов композиции). Все это до сих пор также не проводилось.

Наконец, следование третьему положению требует от исследователя в сущности распространения действия закона системной против-непротиворечивости на само противоречие и раскрытия в нем не только подсистемы противоречия (чем имплицитно ограничивались до сих пор), но и подсистемы непротиворечия (что не реализовывалось даже имплицитно).

Закон системной непротиворечивости требует признания наличия во всех без исключения системах и, стало быть, во всех без исключения вещах, явлениях, процессах природы, общества, мышления подсистем единства и различия, согласия и несогласия взаимонепротивоположных элементов. Как и раньше, оставаясь в рамках ОТС, можно утверждать о возникновении, существовании, преобразовании, развитии непротиворечий; о непротиворечии как непротиворечии-системе и его необходимой принадлежности хотя бы одной системе непротиворечий; о принадлежности даже непротиворечию-системе подсистемы противоречий, так что и непротиворечие предстает как диалектическое единство двух взаимопротивоположных подсистем — подсистемы противоречия и подсистемы непротиворечия. В конечном счете это также приводит к развитию непротиворечий, оборачиваемому непротиворечиями развития.

Несмотря на признание всеобщности отношений противоречия и непротиворечия и вытекающего отсюда требования строить воззрения на мир, учитывая и то и другое, тем не менее из-за внутренней противоречивости этих отношений мы должны признать, что каждое из них подчиняется закону единства и «борьбы» противоположностей, основному закону диалектики. Новые подтверждения сказанного приводятся далее.

#### ***14. ОТС и отношения взаимодействия, одностороннего действия и взаимонедействия***

Уже исследование природы отношений единства «первичных» элементов, механизмов системных преобразований, взаимоотношений объектов-систем приводит к необходимости развития особого раздела ОТС — *учения о действиях*. Далее мы конспективно изложим его основные положения [подробнее об этом см. 102].

При системном изучении природы действий — двусторонних (2-действий), односторонних (1-действий) и нольсторонних (взаимонедействий, или 0-действий) — было сделано следующее:

1. 2-, 1-, 0-действия представлены как 2-, 1-, 0-действия-системы. В частности, в случае 2-действий (взаимодействий) в качестве «первичных» элементов предстают: а) изменяющие

и изменяемые объекты (А и В, В и А); б) распространяющиеся от А до В и от В до А переносчики действий («воздействия»); в) среда распространения; в качестве отношений единства выступают причинно-следственные отношения «первичных» элементов; как законы композиции — требования, чтобы  $\Delta t_{AB} < T_B$ ,  $\Delta t_{BA} < T_A$ ;  $\Delta t_{AB} \geq \Delta t_{\min} = R_{AB}/V_{k\max}$ ,  $\Delta t_{BA} \geq \Delta t_{\min} = R_{AB}/V_{k\max}$ , где  $\Delta t_{AB}$  и  $\Delta t_{BA}$  — времена распространения воздействий соответственно от А до В и от В до А;  $T_A$ ,  $T_B$  — индивидуальные времена существования объектов А и В;  $R_{AB}$  — расстояние между ними,  $\Delta t_{\min}$  — минимальное время, затрачиваемое на преодоление расстояния  $R_{AB}$  переносчиком действия, обладающим самой большой конечной скоростью  $V_{k\max} = c$ .

Из двух последних неравенств можно получить инварианты Лоренцевых преобразований специальной теории относительно-сти (СТО) —  $dt^2$  («собственное время материальной точки») и  $dS^2$  («пространственно-временной интервал»), построить посредством этих инвариантов «световой конус» СТО и автоматически прийти к 2-, 1-, 0-действиям, т. е. к событиям, которые могут или не могут быть связаны друг с другом как причины и следствия.

В тех случаях, когда события могут быть связаны как причина и следствие, инвариант  $t$  суть вещественная, а  $S$  — мнимая величина. В тех же случаях, когда события не могут быть связаны как причина и следствие, напротив,  $S$  есть вещественная, а  $t$  — мнимая величина. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что, системно изучая, казалось бы, только взаимодействие, мы тем не менее с необходимостью пришли к его дополнениям — к 1-, 0-действиям, т. е. к системе действий одного и того же рода.

Здесь уместно отметить, что признание существования 2-, 1-, 0-действий с точки зрения гносеологии ведет к познаваемости лишь ограниченной части мира. Обычно ограниченность, недо-стижимость абсолютного знания о мире в целом выводится из несовершенства органов и орудий познания, принципиальной нетождественности субъективных образов их объективно-реальным прообразами, неисчерпаемости материи, наконец, из относительности практики как критерия истины. Теперь к перечисленному можно добавить еще одну причину ограниченности человеческого познания — конечную скорость распространения воздействий и информации, конечное время существования человеческого и, по-видимому, вообще каких бы то ни было пространственно ограниченных материальных объектов.

Примечательно и другое: каждое из 2-, 1-, 0-действий представляет собой единство противоположностей: взаимодейст-

вие — единство двух односторонних действий, противоположных по направлениям их влияния; одностороннее действие — единство действия и недействия; взаимонедействие — единство двух односторонних недействий, взаимопротивоположных по направлениям их невливания. Кроме того, взаимодействие есть противоположность взаимонедействия, одностороннее (не)действие «А на В» — противоположность другого одностороннего (не)действия «В на А», а оба они — переходные формы для 2- и 0-действий.

Понятно, что только 2- и 1-действиям присущи причинно-следственные отношения, причем для 1-действия — «наполовину», т. е. однонаправленные. В случае 1-действий эти отношения довольно просты. Здесь А(В) — только причина, а В(А) (точнее, конечно, изменения В(А), вызываемые А(В)) — только следствие. В случае же 2-действий эти отношения сложнее: каждая из сторон (с учетом высказанных оговорок) — А и В — причина и следствие, что приводит к изменению их во времени и как причин, и как следствий (более подробно о системном подходе к причинно-следственным отношениям см. главу 8 настоящей книги).

2. Построена отвечающая требованиям полноты пространственно-временная система действий (табл. 9). Пространственный аспект в систему введен через  $\Delta t_{AB}$  и  $\Delta t_{BA}$ , поскольку  $\Delta t_{AB} = R_{AB}/V_{k_A}$ , а  $\Delta t_{BA} = R_{AB}/V_{k_B}$ , где  $V_{k_A}$ ,  $V_{k_B}$  — скорости перемещения «выделений» материальных объектов А и В. Доказательство же полноты перебора вариантов действий получено посредством формулы числа размещений с повторениями из  $m$  элементов по  $k$ , т. е. посредством  $A_m^k = m^k$ . Действительно, судя по символам действий, каждое из них можно условно рассматривать как размещение с повторениями из трех элементов ( $<$ ,  $>$ ,  $=$ ) по два. Имеем  $A_3^2 = 3^2 = 9$ . Подчеркнем, что доказательство полноты перебора — важное требование, предъявляемое ОТС к каждому построению систем объектов того или иного рода.

Из табл. 9 видно, что число видов действий — 9. Они представлены четырьмя уже известными — взаимодействием (№ 1), односторонними действиями (№ 4, 6), взаимонедействием (№ 9) и пятью неизвестными их квазиформами — № 2, 3, 5, 7, 8, специально не отмечавшимися в литературе, а потому оставшимися непоименованными.

3. На основе закона симметрии доказано, что пространственно-временной системе действий присуща определенного рода симметрия. В этом можно убедиться и по табл. 9: система действий состоит из пяти пар действий-противоположностей — 1 и 9, 2 и 8, 3 и 7, 4 и 6, 5 и 5. Действие № 5 — квази-0-действие ( $=$ )

Таблица 9. Пространственно-временная система действий

№ п. п.	Вид действия	Условие реализации	Символ действия
1.	2-действие вида $<<$	$\Delta t_{AB} < T_B, \Delta t_{BA} < T_A$	$<<$
2.	Квази-2-действие вида $=<$	$\Delta t_{AB} = T_B, \Delta t_{BA} < T_A$	$=<$
3.	Квази-2-действие вида $<=$	$\Delta t_{AB} < T_B, \Delta t_{BA} = T_A$	$<=$
4.	1-действие вида $<>$	$\Delta t_{AB} < T_B, \Delta t_{BA} > T_A$	$<>$
5.	Квази-0-действие вида $=$	$\Delta t_{AB} = T_B, \Delta t_{BA} = T_A$	$=$
6.	1-действие вида $><$	$\Delta t_{AB} > T_B, \Delta t_{BA} < T_A$	$><$
7.	Квази-0-действие вида $>=$	$\Delta t_{AB} > T_B, \Delta t_{BA} = T_A$	$>=$
8.	Квази-0-действие вида $=>$	$\Delta t_{AB} = T_B, \Delta t_{BA} > T_A$	$=>$
9.	0-действие вида $>>$	$\Delta t_{AB} > T_B, \Delta t_{BA} > T_A$	$>>$

— единственное в своем роде и противоположно самому себе. Это действие делит таблицу на две как бы зеркальноравные половины. Строгое доказательство симметричности пространственно-временной системы действий следует из табл. 10, в которой эти же 9 действий представлены в виде группы действий 9-го порядка. Табл. 10 показывает, что: 1) для каждых действий  $a, b \in \Gamma$  их композиция  $aFb$  также принадлежит  $\Gamma$ ; 2) закон  $F$  ассоциативен, ибо для любой тройки действий  $a, b, c$  имеем  $aF(bFc) = (aFb)Fc$ . В частности, и  $\ll F(<>F><)> \rightarrow (\ll F==> \rightarrow \ll$  и  $(\ll F<>) F>< \rightarrow (>=F><)> \rightarrow \rightarrow \ll$ ; 3) существует единственное нейтральное относительно  $F$  действие — квази-0-действие  $(==)$ , т. е. такое, композиция которого по закону  $F$  с любым из 9 действий дает то же самое действие (см. 2-ю строку и 2-й столбец табл. 10); 4) для каждого произвольного действия  $a$  системы в той же системе существует такое единственное противоположное действие  $a^{-1}$ , что  $aFa^{-1} = a^{-1}Fa = «==»$ . В частности,  $\ll F> \rightarrow \gg F \ll \rightarrow «==»$ ,  $=<F=> \rightarrow =>F=< \rightarrow «==»$  и т. д. (все пять пар таких взаимоположенных действий приведены выше).

Из табл. 10 видно, что группа коммутативна, т. е. абелева; она 9-го порядка, и в ней, следуя теоремам Лагранжа и Силова, мы можем выделить шесть подгрупп: одну — первого, четыре — третьего, одну — девятого порядков. Таким образом, система действий относительно закона  $F$ , заданного табл. 10, действительно симметрична.

4. Благодаря законам системной противоречивости и непротиворечивости доказано, что система действий состоит из двух взаимоположенных подсистем — подсистемы противоречия и подсистемы непротиворечия, так что в целом эта система предстает как противоречие-система. Как видно из табл. 10,

Таблица 10. Схема Кэли группы действий 9-го порядка

F	==	>>	<<	=<	=>	<>	><	<=	>=
==	==	>>	<<	=<	=>	<>	><	<=	>=
>>	>>	<<	==	>=	><	=<	<=	=>	<>
<<	<<	==	>>	<>	<=	>=	=>	><	=<
=<	=<	>=	<>	=>	==	<=	>>	<<	><
=>	=>	><	<=	==	=<	<<	>=	<>	>>
<>	<>	=<	>=	<=	<<	><	==	>>	=>
><	><	<=	=>	>>	>=	==	<>	=<	<<
<=	<=	=>	><	<<	<>	>>	=<	>=	==
>=	>=	<>	=<	><	>>	=>	<<	==	<=

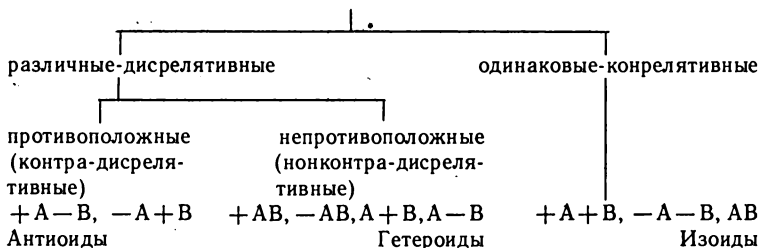
подсистема противоречия в системе действий представлена пятью отмеченными выше отношениями противоречия, причем в каждой паре действий-противоположностей реализованы как отношения противоречия вида  $aFa^{-1} = a^{-1}Fa = \langle \rangle$  (взаимной аннигиляции и порождения нейтрального элемента — эксплицитно), так и отношения непротиворечия (имплицитно): 1) вида  $aFa = a^{-1}$ ,  $a^{-1}Fa^{-1} = a$  (превращения каждой противоположности в свою противоположность); 2) вида  $aF \langle \rangle = \langle \rangle Fa = a$ ,  $a^{-1}F \langle \rangle = \langle \rangle Fa^{-1} = a^{-1}$  (тождественности каждого действия-противоположности самому себе). Подсистема же непротиворечий в системе действий (табл. 10) представлена 72, а с учетом ее абелева характера — 36 отношениями непротиворечия, причем в каждой из 36 пар действий-противоположностей реализованы как отношения непротиворечия (композиции взаимонепротивоположных действий и порождения ненейтрального действия) вида  $aFb = bFa = ab$  (эксплицитно) плюс все оставшиеся 35 отношений непротиворечия (имплицитно), так и все 5 названных выше отношений

противоречия (также имплицитно). Таким образом, примеры 2-, 1-, 0-действий дают новые подтверждения истинности учения ОТС об отношениях противоречия и непротиворечия.

5. В табл. 11 представлены качественная система взаимоотношений, реализующихся в 2-, 1-, 0-действиях, а также число, вид и впервые разработанная нами типология противоречивых и непротиворечивых взаимоотношений.

Таблица 11. Качественная система взаимоотношений  
А и В

по действию (отношению) друг к другу взаимно



Как видно из табл. 11, в качественном отношении возможно всего 9 взаимоотношений. Доказательство полноты перебора вариантов получаем посредством формулы размещений с повторениями  $A_m^k = m^k$ . В нашем случае  $m=3$  (+, —, отсутствие знака),  $k=2$ . Имеем  $A_3^2 = 3^2 = 9$ .

Система взаимоотношений представлена двумя взаимопротивоположными подсистемами.

Первая подсистема состоит из пар объектов, согласно (одинаково) относящихся друг к другу. Такую подсистему мы называем конрелятивной\*. Конрелятивная подсистема состоит из трех конрелятивных пар: + A + B, — A — B, AB. Объекты таких пар мы называем конрелятивами (согласно, одинаково, подобно относящимися друг к другу) или изоидами\*\*. Примерами конрелятивизма могут служить явления синергизма и антагонизма ионов в физиологии животных и растений; взаимный нейтрализатор различных государств в политике; взаимонедействие; консонансы в музыке; конкордантность в генетике.

Вторая, противоположная подсистема состоит из пар объектов, различно — несогласно — относящихся друг к другу. Мы

\* Конрелятивный — от лат. *con* — согласный, *relativus* — относительный.

\*\* Изоиды — от греч. *isos* — равный, одинаковый, подобный.

называем ее дисрелятивной \*. Дисрелятивная подсистема состоит из двух взаимопротивоположных подсистем.

Первая подсистема состоит из двух пар объектов  $+A - B$  и  $-A + B$ , различно и противоположно относящихся друг к другу. Она названа нами контрадисрелятивной \*\*. Объекты таких пар мы называем контрадисрелятивами или антиоидами. Распространенный пример антиоидизма — некоторые случаи взаимопротивоположных отношений отцов и детей.

Вторая подподсистема состоит из пар объектов, различно и не противоположно относящихся друг к другу. Мы обозначили ее неконтрадисрелятивной. Неконтрадисрелятивная подподсистема состоит из четырех пар объектов:  $+AB, -AB, A+B, A-B$ . Объекты таких пар мы называем неконтрадисрелятивами или гетероидами \*\*\*. Примеры гетероидизма — односторонние действия при детерминации настоящего прошедшим, будущего настоящим, но не наоборот.

Табл. 9—11 являются тремя различными свидетельствами полиморфизма действий. Уместно отметить, что с позиции ОТС этого можно было ожидать заранее: согласно закону полиморфизации, любой объект — полиморфическая модификация и любая полиморфическая модификация принадлежит хотя бы одному полиморфизму. В системе действий можно ожидать проявления и антипода полиморфизма — изоморфизма. Ведь, согласно другому закону ОТС, а именно закону изоморфизации, любой объект — изоморфическая модификация и любая изоморфическая модификация принадлежит хотя бы одному изоморфизму. Далее мы и рассмотрим изоморфизм систем действий.

Как отмечалось, в ОТС речь идет не просто об изоморфизме, а о системном изоморфизме, частными случаями которого являются тождество, сходство, эквивалентность, естественнонаучный и математический изоморфизм.

Здесь мы остановимся на математическом изоморфизме системы 11 системе 9 (табл. 9, 11). Напомним [13], что математическим изоморфизмом называется такое взаимно однозначное отображение множеств  $\{M\}$  и  $\{\overline{M}\}$  друг на друга, при котором сохраняются определенные в них соотношения («произведения») между их элементами. Это означает, что если элементу  $a$  из  $\{M\}$  взаимно однозначно соответствует элемент  $\overline{a}$  из  $\{\overline{M}\}$ , то соотношения для произвольных элементов  $a, b, \dots$  из  $\{M\}$  сохраняются и для элементов  $\overline{a}, \overline{b}, \dots$  из  $\{\overline{M}\}$  и наоборот. Например, если

\* Дисрелятивный — от лат. *dis* — несогласный, *relativus* — относительный.

\*\* Контрадисрелятивный — от лат. *contra* — против и т. д.

\*\*\* Антиоиды — от греч. *anti* — против. Неконтрадисрелятивный — от лат. *pop* — «не» и т. д. Гетероиды — от греч. *heteros* — другой.



множество  $\{M\}$ , на котором определено произведение, изоморфно некоторой группе  $\{\overline{M}\}$ , то оно само является группой; при этом изоморфизме нейтральный, обратные элементы и подгруппы первого множества «переходят» в нейтральный, обратные элементы и подгруппы второго множества.

Для установления взаимно однозначного соответствия между элементами множеств  $\{M\}$  и  $\{\overline{M}\}$  нужно указать хотя бы один такой закон  $f$ , который, будучи применен к элементу  $a$  из  $\{M\}$ , позволит однозначно указать соответствующий ему элемент  $\overline{a}$  из  $\{\overline{M}\}$ :  $(a)f = \overline{a}$ . Закон этот можно охарактеризовать и словесно. Ниже мы так и поступим.

Очевидно, если мы, исходя из содержательных представлений о действиях, единственному в своем роде квази-0-действию вида « $=$ » поставим в соответствие также единственное в своем роде конрелятивное взаимоотношение вида  $AB$ , а 2-действию вида « $\ll$ » поставим в соответствие конрелятивное взаимоотношение вида, скажем,  $+A+B$ , то придем к математическому изоморфизму системы 11 системе 9 и тем самым к следующим однозначным соответствиям: 1)  $\ll \dots +A+B$ ; 2)  $= \ll \dots +A+B$ ; 3)  $\leq \dots +AB$ ; 4)  $\leq \dots +A-B$ ; 5)  $= \dots AB$ ; 6)  $> \leq \dots -A+B$ ; 7)  $> \dots -AB$ ; 8)  $= > \dots A-B$ ; 9)  $\gg \dots -A-B$ .

Таблица 12. Схема Кэли группы взаимоотношений 9-го порядка

$F$	$AB$	$-A-B$	$+A+B$	$A+B$	$A-B$	$+A-B$	$-A+B$	$+AB$	$-AB$
$AB$	$AB$	$-A-B$	$+A+B$	$A+B$	$A-B$	$+A-B$	$-A+B$	$+AB$	$-AB$
$-A-B$	$-A-B$	$+A+B$	$AB$	$-AB$	$-A+B$	$A+B$	$+AB$	$A-B$	$+A+B$
$+A+B$	$+A+B$	$AB$	$-A-B$	$+A-B$	$+AB$	$-AB$	$A-B$	$-A+B$	$A+B$
$A+B$	$A+B$	$-AB$	$+A-B$	$A-B$	$AB$	$+AB$	$-A-B$	$+A+B$	$-A+B$
$A-B$	$A-B$	$-A+B$	$+AB$	$AB$	$A+B$	$+A+B$	$-AB$	$+A-B$	$-A-B$
$+A-B$	$+A-B$	$A+B$	$-AB$	$+AB$	$+A+B$	$-A-B$	$AB$	$-A-B$	$A-B$
$-A+B$	$-A+B$	$+AB$	$A-B$	$-A-B$	$-AB$	$AB$	$+A-B$	$A+B$	$+A+B$
$+AB$	$+AB$	$A-B$	$-A+B$	$+A+B$	$+A-B$	$-A-B$	$A+B$	$-AB$	$AB$
$-AB$	$-AB$	$+A-B$	$A+B$	$-A+B$	$-A-B$	$A-B$	$+A+B$	$AB$	$+AB$

В силу математического изоморфизма системы 11 системе 9 и наоборот и в силу групповой природы системы 9 относительно закона  $F$  систему 11 также можно представить относительно этого же закона  $F$  в виде математической группы 9-го порядка с шестью подгруппами: одной — 1-го, четыремя — 3-го, одной — 9-го порядка (табл. 12). Далее, все утверждения о противоречивости и непротиворечивости системы действий мы также автоматически можем перенести и на систему взаимоотношений. Более того, все это справедливо и для каждой из трех подгрупп 9-го порядка группы системных антипреобразований 27-го порядка, математически изоморфных группам 9-го же порядка действий

и взаимоотношений: у всех них один и тот же порядок группы и они подчиняются одному и тому же закону композиции  $F$  (почему в табл. 4, 10, 12 и фигурирует один и тот же символ  $F$ ). Все это служит еще одним свидетельством пользы установления изоморфизма различного рода систем, позволяющего корректно и с большой пользой переносить знания из одной области исследования в другую и наоборот.

Используя изоморфизм, выпишем все взаимно изоморфные пары подгрупп действий и взаимоотношений. Это будут: одна пара подгрупп 1-го порядка: « $=$ » и  $AB$ ; четыре пары подгрупп 3-го порядка: « $=$ ,  $\gg$ ,  $\ll$ » и « $AB$ ,  $-A-B$ ,  $+A+B$ »; « $=$ ,  $=$ ,  $<$ ,  $=$ ,  $>$ » и « $AB$ ,  $A+B$ ,  $A-B$ », « $=$ ,  $<$ ,  $>$ ,  $>$ ,  $<$ » и « $AB$ ,  $+A-B$ ,  $-A+B$ », « $=$ ,  $<$ ,  $=$ ,  $>$ ,  $=$ » и « $AB$ ,  $+AB$ ,  $-AB$ »; одна пара подгрупп 9-го порядка — это сами группы действий (табл. 10) и отношений (табл. 12). Как видно, взаимопротивоположные формы любых действий (2-, 1-, 0-) в сочетании с нейтральным действием « $=$ » и взаимопротивоположные формы любых взаимоотношений — конрелятивных, контрарелятивных, нонконтрарелятивных — также в сочетании с нейтральным взаимоотношением вида  $AB$  образуют группы симметрии 3-го порядка. Это означает, что всем видам действий и взаимоотношений при определенных условиях присущи гармония, известная полнота и замкнутость на себя. Гармония является особенно полно при рассмотрении совокупностей всех возможных действий и взаимоотношений, а также при установлении между этими совокупностями глубокого параллелизма, что выражается фактом, с одной стороны, построения группы действий 9-го порядка и группы взаимоотношений 9-го порядка (а групп более высоких порядков при данном подходе просто не может быть!), с другой — обнаружения строгого математического изоморфизма между этими группами.

Сказанное позволяет сделать следующие важные в мировоззренческом плане выводы.

Положение о всеобщей взаимообусловленности мы должны признать справедливым и с точки зрения ОТС — в том смысле, что каждый материальный объект всегда и везде взаимодействует с ограниченной в пространстве и во времени совокупностью материальных объектов (для таких объектов  $\tau$  — вещественная, а  $S$  — мнимая величина). Одновременно столь же справедливыми мы должны признать и положения о всеобщем взаимонедействии и всеобщем одностороннем действии, ибо для каждого материального объекта можно указать бесчисленное множество других объектов, с которыми он либо принципиально не может вступать в какие бы то ни было причинно-следственные связи (для таких объектов  $S$  — вещественная, а  $\tau$  — мнимая величина).

на), либо может вступать лишь в односторонние отношения, как это происходит при детерминации настоящего прошедшим, а будущего — настоящим. В первом случае такой объект может лишь «принимать», во втором — лишь «посылать» воздействия; в первом случае он только акцептор, во втором — только донор.

Это означает, что представления, которые строятся на признании только взаимодействия, несмотря на чрезвычайную важность последнего, все же односторонни, метафизичны. Для полноты картины мира, а стало быть, и философского мировоззрения необходимо учитывать не один, а все 9 видов действии-систем (4 уже известные 2-, 1-, 0-сторонние и 5 — их квазиформы) и все 9 видов взаимоотношений, реализующихся в этих действиях (3 конрелятивные, 2 контрадисрелятивные, 4 нонконтрадисрелятивные). Только в совокупности эти действия и взаимоотношения образуют полностью гармоничные системы — группу действий 9-го порядка и группу взаимоотношений того же порядка. Примечательно, что этим подтверждается, хотя и с неожиданной стороны, справедливость известного высказывания В. И. Ленина о том, что «только „взаимодействие“ = „пустота“» [43. Т. 29. С. 142].

Будет естественно, если мы знания о действиях и реализующихся в них взаимоотношениях также закрепим посредством новых для ОТС категорий — *формы действия материи* и *формы отношения материи*.

И последнее. В течение почти двух с половиной тысяч лет в естественных и общественных науках господствовал «каузальный идеал» научного объяснения и понимания. «Явление считалось понятым и объясненным, если найдена его причина. В этом заключалась цель науки. Именно ради этой высокой цели можно было предпочесть науку любому другому роду деятельности. Уже Демокрит выразил образно эту мысль, утверждая, что он предпочел бы найти одно причинное объяснение, нежели приобрести себе персидский престол» [66. С. 111].

Однако «каузальный идеал» оказался ограниченным. Еще В. И. Ленин, конспектируя «Науку логики» Гегеля, отмечал: «NB. Всесторонность и всеобъемлющий характер мировой связи, лишь односторонне, отрывочно и неполно выражаемый каузальностью. NB» [43. Т. 29. С. 143]. Из данного исследования видно, что этот «идеал» применим далеко не ко всем материальным и идеальным объектам.

Во-первых, как следует из СТО и ОТС, объективно существует бесчисленное множество материальных объектов, не способных из-за пространственно-временных ограничений вступать друг с другом в какие бы то ни было причинно-следственные

отношения. Такие объекты, стало быть, не являются ни причинами, ни следствиями друг друга.

Во-вторых, существует бесчисленное множество идеальных объектов, по отношению к которым причинно-следственное объяснение просто неприменимо, например к треугольникам, между сторонами которых нет каузальных связей, хотя эти стороны функционально зависят друг от друга.

В то же время все такие взаимонедействующие материальные объекты, а также множество идеальных объектов (не говоря уже о дву- и односторонне действующих) обязаны подчиняться и подчиняются всем общесистемным законам — системности, преобразования объектов-систем, поли- и изоморфизации, противоречивости и непротиворечивости, соответствия, симметрии и системного сходства. Вот почему «системное движение» выдвигает более полный «идеал» объяснения и понимания. Н. Ф. Овчинников связывает его с объяснением через структуру [см. 66].

Мы же, следуя разработанной нами ОТС, выдвигаем «системный идеал» — новую высокую цель науки. Этот «идеал» требует представления любого объекта как объекта-системы в системе объектов одного и того же рода, выявления в последней эмерджентных признаков (вещей, явлений, свойств, отношений, процессов), полиморфизма и изоморфизма, симметрии и диссимметрии, отношений противоречия и непротиворечия, всех или части форм изменения, сохранения, развития, действия, отношения материи. Причинно-следственный, структурно-функциональный, историко-эволюционный «идеалы» при таком понимании «системного идеала» становятся его «подидеалами».

Рассмотрев все возможные отношения, мы переходим далее к анализу с позиций ОТС проблемы единства и многообразия мира.

## *15. ОТС и проблема единства и многообразия мира*

Двенадцать парных понятий — «система и хаос», «поли- и изоморфизм», «симметрия и асимметрия», «формы изменения и формы развития материи», «неэволюционные и эволюционные формы сохранения материи», «формы действия и формы отношения материи» — являются фундаментальными категориями ОТС, имеющими важное значение для философии. Укажем следующие основания для такого утверждения [см. также 91; 92].

Эти парные, взаимодополняющие категории *общесистемны* в том смысле, что характеризуют системы любого рода; *фунда-*

*ментальны потому, что каждая из них прямо или косвенно составляет «ядро» соответствующих общесистемных законов, а также потому, что каждая из них является итогом познания мира за несколько тысяч лет. Они двойственны в том смысле, что, с одной стороны, отражают — каждая по-своему — некоторые фундаментальные особенности материи, с другой — выполняют методологические функции, играя роль опорных пунктов познания. Эти категории обладают сложной природой, так как содержание каждой из них раскрывается с помощью большой системы понятий; они глубоко внутренне диалектичны.*

Докажем последнее утверждение и одновременно разовьем системный подход к философской проблеме единства и многообразия мира с точки зрения системных представлений о поли- и изоморфизме [см. также 99].

Действительно, а) столь важные прежде всего для естествоиспытателей поли- и изоморфизм различаются как «плюс» и «минус», и вследствие этого каждый из них предполагает «свое другое», как бы в зародыше содержится «в своем другом»; б) полиморфизм изоморфичен, а изоморфизм полиморфичен: первый из-за повторяющегося от системы к системе, от полиморфизма к полиморфизму стандартного строя и порядка, наличия одних и тех же системных параметров; второй — из-за многообразия форм изоморфизма; в) полиморфизм внутренне трихотомичен в результате наличия двух основных — изомерийной и неизомерийной — и одной переходной — изомерийно-неизомерийной — форм. Изоморфизм, согласно закону соответствия, также трихотомичен вследствие наличия двух основных — полной и неполной — и одной переходной форм. Причем в формулировке этого закона полному изоморфизму соответствует 1-й, неполному — 3-й и 4-й, переходному — 2-й ее случаи.

В результате мы приходим вроде бы к уже известному философскому положению о единстве многообразия и многообразии единого, однако с существенно новым его развитием прежде всего благодаря, во-первых, представлению единства и многообразия в виде соответственно системного изоморфизма и полиморфизма, а последних — в виде систем объектов поли- и изоморфических родов, «сводимых» в свою очередь к поли- и изоморфическим модификациям — объектам-системам.

Во-вторых, благодаря объяснению единства и многообразия мира фактом его существования, а именно его движения и самодвижения. В этом отношении данное утверждение можно рассматривать как конкретизацию известного высказывания Ф. Энгельса о том, что «единство мира состоит не в его бытии, хотя его бытие есть предпосылка его единства, ибо сначала мир

должен *существовать*, прежде чем он может быть *единым*» [50. Т. 20. С. 43].

В-третьих, развитию положения о единстве и многообразии мира способствует представление единства (системного изоморфизма) и многообразия (полиморфизма) в виде не только состояний, но (также из-за их причинно-следственной связи с движением) и особых, взаимопротивоположных процессов — полиморфизации и изоморфизации.

В-четвертых, общие представления о единстве многообразия и многообразии единого существенно обогащаются за счет открытия 8 и 255 различных универсальных способов поли- и изоморфизации; предложений алгоритмов построения и предсказания поли- и изоморфических систем.

В-пятых, благодаря раскрытию связи проблемы единства и многообразия с проблемами форм движения и существования материи и последующему выводу 162 структурных и 192 фундаментальных (связанных только с формами движения и существования материи) полиморфизмов, 360 структурных и 55 584 фундаментальных изоморфизмов.

В-шестых, указанное философское положение подтверждается открытием общесистемных законов полиморфизации, системности, с одной стороны, и законов изоморфизации, сохранения системного сходства, соответствия, противно-непротиворечивости, симметрии и асимметрии — с другой. В связи с этим хотелось бы напомнить читателю слова Ф. Энгельса о том, что «действительное единство мира состоит в его материальности, а эта последняя доказывается не парой фокуснических фраз, а длинным и трудным развитием философии и естествознания» [50. Т. 20. С. 43].

Одно из таких важнейших доказательств единства мира и предоставляет ОТС. Из приведенных законов следует, что любой — материальный или идеальный — объект должен быть объектом-системой, полиморфической модификацией, принадлежать системе объектов того же рода, полиморфизму; в то же время он должен быть изоморфической модификацией, принадлежать изоморфизму, а по законам сохранения системного сходства и симметрии он должен быть симметричным и изоморфным — в указанном выше смысле — любому другому объекту. Это позволяет намного расширить конкретные представления о единстве мира. С этой точки зрения отношение системного изоморфизма должно так или иначе реализовываться буквально между любыми парами, тройками, ..., энками систем, например ряда: субстанция, расположение звезд, идея, судьба человека, форма, тождество, красота, жизнь Л. Н. Толстого, разложение перекиси водорода каталазой, мера, сущность, «Колдун» компо-

зителя Г. Свиридова, «золотое» число 1,618, структура нуклеиновой кислоты и т. д.

Не следует думать, что в данной произвольной последовательности речь идет о единстве «всего со всем» в духе лейбницевского тождества — неотличимости всего от всего. Это было бы по меньшей мере наивно. В действительности здесь мы имеем в виду системный изоморфизм всего всему, который может выступать то в виде лейбницевского тождества, то в виде неполного сходства, то равенства, то математического или естественнонаучного изоморфизма. Это значит, что системный изоморфизм допускает множество реализаций одного и того же посредством различных «первичных» элементов или (и) отношений единства или (и) законов композиции, другими словами, он допускает многообразие единого. И множество подобного рода примеров мы приводили в связи с открытием системной общности.

Наконец, в-седьмых, благодаря доказательству поли- и изоморфизации любых объектов-систем, на всех уровнях их организации, любых их субстанциональных, пространственных, временных, динамических свойств; раскрытию внутренней связи полиморфизации с изоморфизацией и наоборот, а поли-, изоморфизации — с различного рода запретами и разрешениями (из-за их связи с законами сохранения системного сходства и симметрии) мы также глубже постигаем смысл диалектического положения о единстве многообразия и многообразии единого.

В. И. Ленин в «Философских тетрадах» писал, что «всеобщий принцип развития надо соединить, связать, совместить с всеобщим принципом *единства мира*, природы, движения, материи etc.» [43. Т. 29. С. 229]. Изложенные выше представления — это экспликация ленинской идеи о принципе «*единства мира*, природы, движения, материи etc.». Поэтому далее остановимся прежде всего на принципе развития в его связи с принципами единства и многообразия мира.

## *16. Эволюционика — системное учение о развитии*

Очень широко распространено необоснованное, на наш взгляд, мнение, будто системный подход больше направлен на «статику», чем на «динамику», на «ставшее», чем на «становящееся», что системный подход надо «дополнить» учением о развитии.

Далее с позиций ОТС мы и постараемся развить начала системного учения о развитии вообще — эволюционики (термин Ю. С. Ларина).

Как известно, понятие о развитии, конкретно-научные

и философские учения о нем возникли вне ОТС [см.: 37]. Уже одно это заставляет строить эволюционистику не конвенционалистски, а в согласии с современными данными науки. Это же заставляет исходить из фундаментального положения диалектического материализма — представления о *формах движения материи*, эволюции конкретных форм и порождении ими других форм движения.

С точки зрения закона системности любая форма движения материи представляет собой систему, поскольку каждая из них, например химическая, — это сложнейшая, самоподдерживающаяся динамическая система объектов-систем одного и того же рода (атомов, молекул): а) находящихся в согласии с определенными законами в отношениях 2-, 1-, 0-действия как друг к другу, так и к объектам-системам других форм движения; б) единых по всем или части «первичных» элементов (атомов), отношений единства (химического сродства) и законов композиции (стехиометрических, нестехиометрических и др.).

Как уже отмечалось, любая система даже только в силу своего существования либо покоится (относительно!), либо превращается в другие системы одного и того же или разных родов. По отношению к такой динамической системе, как та или иная форма движения материи, подобная неизбежность оборачивается не только воспроизводством множества «старых», но и массовым производством «новых» объектов-систем, 2-, 1-, 0-действий, отношений изоидичности (синергизма, антагонизма, нейтрализма), гетероидичности, антиоидичности, ..., характерных для рассматриваемой или (и) большего числа форм движения.

При этом, анализируя единичный акт такого производства — *элементарное изменение*, мы должны говорить: 1) об определенных носителях — объектах-системах — такого изменения; 2) о форме и виде (в том числе механизме, стадиях) данного изменения — как о  $\pm$  тождественном, или (и)  $\pm$  количественном, или (и)  $\pm$  качественном, или (и)  $\pm$  относительном (знак  $\pm$  надо читать как «+ или —»); 3) об устойчивости или неустойчивости объектов-систем; 4) о причинах устойчивости или неустойчивости — внутренних (собственной «прочности» или «непрочности»), внешних (благоприятных и неблагоприятных факторах среды); 5) об уничтожении — преобразовании — неустойчивых объектов-систем одним из семи способов в компоненты других форм движения или в новые объекты-системы ( $n$ -го,  $(n+1)$ -го, ...,  $(n+k)$ -го «поколений») данной формы движения и о сохранении устойчивых объектов-систем; 6) о направленном изменении объектами-системами среды и о направленном изменении этих систем средой; 7) о причинах направленности изменений — запретах и разрешениях, связанных с зако-



нами сохранения, действием отбора, векторизованными действиями друг на друга среды и объектов-систем и т. д.; 8) о необходимых и достаточных условиях такого изменения — в конечном счете о прямых и обратных переходах количества в количество и (или) качество и (или) отношение и (или) тождество всех или части «первичных» элементов; 9) о возможности множества — 8 — принципиальных способов и механизмов преобразований для каждой композиции и реализации каждый раз лишь одного из них; 10) о законах сохранения одних и законах изменения других параметров объектов-систем; 11) об увеличении, уменьшении, сохранении степени сложности и разнообразия объектов-систем — по числу и (или) качеству «первичных» элементов и (или) отношений единства и (или) законов композиции (при нефиксированном  $Z$ ); 12) об обратимых или необратимых преобразованиях композиций в композиции той же или других (нижележащих) форм движения материи и соответственно 13) о сохранении или изменении законов, механизмов сохранения, изменения, композиции; 14) об объектах-системах как о полиморфических модификациях, изоморфических модификациях, симметричных в одних и диссимметричных в других отношениях и обязательно принадлежащих по крайней мере одной системе объектов одного и того же рода, одному полиморфизму, одному изоморфизму, одной группе симметрии или диссимметрии; 15) о полиморфизации и изоморфизации, симметризации и диссимметризации, наконец, 16) об изменении как изменении-системе и системе изменения а) названных в пунктах 1—15 противоположностей, б) его форм, видов, стадий, ветвей. Этот итог наряду с представлениями о формах изменения и сохранения материи, составляя учение ОТС об изменении и сохранении, конкретизирует философские представления об этих категориях.

Понятно, что, вынужденно испытывая бесчисленное множество то сплетающихся, то расплетающихся элементарных изменений, та или иная форма движения материи будет с необходимостью проходить различные этапы, фазы, стадии, пока рано или поздно не достигнет своего наивысшего расцвета по количественному и качественному разнообразию состава, строения, функционирования, степени сложности ее объектов-систем, по богатству их превращений, по 2-, 1-, 0-отношениям действия как к самим себе, так и к объектам-системам других форм движения; по преобразующему действию на среду и обратному действию на нее преобразующейся среды.

Если иметь в виду какую-либо, достигшую наивысшей степени развития форму движения материи, то все перечисленные 16 «атрибутов» элементарного изменения предстанут в виде:

1) объектов и результатов эволюции — носителей эволюции (таковы, в частности, популяции организмов);

2) форм и видов эволюции — *стасигенеза* (длительного сохранения некоторых объектов-систем в ходе развития данной формы движения; так развивались, например, латимерии, мечехвосты, гаттерии) и *неогенеза*, а именно *квантигенеза* (количественного развития с его двумя видами — регрессом и прогрессом; известные в биологии олигомеризация и полимеризация — примеры такого развития), *квалигенеза* (качественного развития — ароморфозы), *изогенеза* (одноуровневого развития, например идиоадаптации), еще 11 производных форм развития, получаемых сочетанием по 2, по 3, по 4 из 4 основных и сводимых в конечном счете к 8 основным и производным формам;

3) устойчивости и неустойчивости носителей эволюции;

4) причин их неустойчивости и устойчивости — внутренних и внешних;

5) *элиминации* неустойчивых и *реликвимации* (термин В. Я. Далина) устойчивых носителей эволюции под действием естественного отбора;

6) направленного фундаментального преобразования данной формой движения среды и самой формы движения векторизованно изменяющейся средой и, как следствие этого, одновременной взаимозависимой эволюции той и другой, а точнее, эволюции уже некой суперсистемы, охватывающей в виде своих подсистем каждую из них и предопределяющей их развитие;

7) причин направленности развития — запретов и разрешений, связанных с фундаментальными законами сохранения; с действием естественного отбора на всех этапах эволюции всех форм движения материи; с особой «конструкцией» развивающихся систем — «среды» и существующих в ней объектов-систем данных форм движения, «разрешающих» лишь определенные их преобразования; с достигнутым определенным уровнем развития, который хотя и изменяется новым «поколением» объектов-систем, однако, говоря словами К. Маркса и Ф. Энгельса, «предписывает ему (поколению.— Ю. У.) его собственные условия жизни и придает ему определенное развитие, особый характер» [51. С. 52]; с ограниченным числом форм изменения и форм развития и ограниченным набором условий их реализации, что также приводит к известной канализации неэволюционных и эволюционных процессов;

8) необходимых и достаточных условий развития — в конечном счете эволюционного гомолога закона достаточного основания ОТС — закона перехода квантигенетических изменений в кванти-, и (или) квали-, и (или) изо-, и (или) стасигенетические;

9) поли- и моновариантности — возможности 8 для отдельных, 255 для совокупности носителей эволюции способов и механизмов развития и реализации каждый раз лишь одного из них;

10) законов сохранения одних, развития других параметров носителей эволюции;

11) эволюционного сохранения, уменьшения, увеличения степени сложности и разнообразия объектов-систем — по числу и (или) качеству и (или) отношениям единства и (или) законам композиции «первичных» элементов;

12) необратимых и относительно обратимых направленных эволюционных преобразований композиций или их частей данной формы движения в композиции или их части той же, или (и) нижележащих, или (и) следующей непосредственно за ней вышележащей форм движения материи;

13) сохранения или изменения в ходе эволюции законов, механизмов сохранения, изменения, развития носителей эволюции, что с точки зрения ОТС вполне допустимо, поскольку форма движения материи как сверхсложная система объектов особого рода задается не одним, а множеством отношений единства и множеством законов композиции;

14) носителей эволюции как поли- и изоморфических модификаций, симметричных в одних, диссимметричных в других отношениях и обязательно принадлежащих по крайней мере одной эволюционной системе, одному эволюционному поли- и изоморфизму, одной эволюционной группе симметрии или диссимметрии;

15) эволюционных поли- и изоморфизаций, симметризаций и диссимметризаций;

16) развития как развития-системы и системы развития а) *противоположностей*, названных в пунктах 1—15, б) *его форм, видов, этапов, ветвей*.

Этот итог вместе с развитыми ранее представлениями о формах развития и эволюционных формах сохранения материи, приложениями учений ОТС о поли- и изоморфизации к селекто-генетической и номогенетической теориям биологической эволюции конкретизирует диалектико-материалистические представления о развитии.

Сопоставляя 16 утверждений об изменении с 16 утверждениями о развитии, не трудно заметить наличие между ними существенного системного сходства. В этой связи уместно напомнить об установленном ранее математическом изоморфизме групп неэволюционных системных преобразований, антипреобразований, их инвариантов группам эволюционных системных преобразований, антипреобразований их инвариантам. Сказанное дает основание заключить, что тождественное, количествен-

ное, качественное, относительное, ..., тождественно-количественно-качественно-относительное изменения суть зачаточные формы соответственно стаси-, кванти-, квали-, изогенеза, ..., стаси-кванти-квали-изогенеза; изменение в зародыше «содержит» в себе все основные закономерности, противоречия и формы развития в целом.

До сих пор, говоря о развитии какой-либо формы движения материи, мы сознательно не выходили за ее пределы. Однако каждая форма движения постепенно подготавливает материальные условия не только для своего наивысшего расцвета, но и для преобразования ее в качественно другие формы движения, что, как мы видели, необходимо следует уже из факта существования данной формы движения как особого рода системы. Такое преобразование может быть реализовано в основном двумя способами: во-первых, посредством «вычитания», когда объекты-системы той или иной формы движения, регрессивно развиваясь, деградируют в объекты-системы одной или более «нижележащих», менее организованных форм движения. И во-вторых, посредством «сложения», в результате чего все или часть объектов-систем данной формы движения, объединяясь и выступая в качестве «первичных» элементов, порождают примитивные объекты-системы новых форм движения, согласно постепенно формирующимся отношениям единства и законам композиции последних.

Реальная картина эволюции форм движения подтверждает этот удивительный по простоте закон прогрессивного развития. Например, в качестве «первичных» элементов атомов выступает множество протонов, электронов, нейтронов; молекул — множество атомов; множество атомов и молекул служат «первичными» элементами, с одной стороны, тел кристаллографической, минералогической, геологической природы, с другой — примитивных организмов. И каждый раз «первичные» элементы объединялись (видоизменяясь) в динамические объекты-системы высшей формы движения в соответствии с ее отношениями единства и законами композиции.

Все это с необходимостью приводит к хорошо известным фактам (ранее принимавшимся за изначально данные): 1) иерархичности — содержанию в любой высшей форме движения материи всех нижележащих форм и как своеобразного строительного материала, и как необходимых условий ее существования; 2) прогрессу как главному виду восходящего развития; 3) направленному количественному и (или) качественному, прогрессивному или (и) регрессивному, стаси- или (и) изогенетическому видоизменению каждой новой формой движения (согласно собственной природе) среды и протекающих в ней

процессов нижележащих форм движения материи и направленному преобразованию самой новой формы движения векторизованно видоизменяющейся средой обитания (в этой связи достаточно напомнить о фундаментальных изменениях лика Земли в результате воздействия на него возникших в ней объектов химической и особенно биологической и социальной форм движения материи); 4) невозможности порождения новой формы в недрах еще недостаточно зрелой старой формы; 5) невозможности порождения зрелой формой движения других, более высоких форм, непосредственно за ней не следующих (скажем, атомы не могут сразу породить человеческое общество).

До сих пор мы сознательно отвлекались от внутренней связи различных форм развития материи, и это помогло нам эксплицировать понятие о каждой из них и каждую из них изучить «в чистом виде». Однако *развитие в целом богаче любой его отдельной формы* и не только потому, что во времени одни формы развития могут сменяться другими, образуя длинные, потенциально бесконечные цепи эволюции, поскольку одни и те же способы развития могут реализовываться по многу раз; и не только потому, что внутри данной формы движения материи могут встречаться множества то сходящихся, то расходящихся цепей эволюции, но и потому, что данные 4 формы или 5 видов развития, во-первых, могут выступать в качестве необходимых условий существования друг друга, во-вторых, могут реализовываться в разных сочетаниях — по 1, по 2, по 3, по 4, по 5 одновременно.

Рассмотрим два последних суждения подробнее. Справедливость первого утверждения можно проиллюстрировать на примере прогресса и регресса. Нетрудно понять, что прогресс любой формы движения посредством разнообразных «прибавлений» к объектам-системам количественно или (и) качественно различных компонентов и образования новых, более сложных объектов-систем не может осуществляться без одновременного «вычитания» из среды этих самых компонентов и, стало быть, известного ее регресса. Достаточно привести пример прогресса человечества, сопровождающегося регрессивным — глобальным по своим последствиям — «вычитанием» из среды его обитания — природы — биотических и абитотических компонентов.

Что касается второго утверждения, то, рассматривая сочетания форм, мы приходим к  $15 = \sum C_4^i$  всевозможным основным и производным формам развития, сводимым для случаев развития отдельных объектов-систем к 8 способам, и к  $32\,767 = \sum C_{15}^i$  или к  $255 = \sum C_8^i$  основным и производным формам развития для случаев развития совокупности объектов-систем.

Рассматривая сочетания видов, мы приходим к  $31 = \sum C_5^i$  всевозможным видам развития, сводимым к 16 принципиальным способам — для случаев развития отдельных объектов-систем — и к  $2\,147\,483\,647 = \sum C_{31}^i$  или к  $65\,535 = \sum C_{16}^i$  основным и производным видам развития — для совокупностей объектов-систем.

Приведенные с позиций ОТС 16 «компонентов» развития — это необходимые, существенные и одновременно единые «компоненты» любого развития. Таковы результаты «совмещения» (В. И. Ленин) всеобщего принципа развития со всеобщим принципом единства мира, природы, движения, материи и т. д.

## 17. С-метод — основной метод ОТС

Закон системности реально позволяет изучать любой материальный или идеальный объект не только в его всеобщей связи и обусловленности, но и в виде объекта-системы в системе объектов одного и того же рода. Это приводит как к «системному идеалу» научного объяснения и понимания (см. параграф 14 настоящей главы), так и к С-методу. С этим методом связаны все учения ОТС и оба ее алгоритма — алгоритм представления объекта как объекта-системы и алгоритм построения системы объектов одного и того же рода. Поэтому в С-методе, как в фокусе, сконцентрирована вся ОТС, и поэтому же посредством него мы подведем своеобразный итог сказанному ранее.

Ниже на примере химических элементов и венчиков цветков растений [см. 93] покажем, что использование С-метода при исследовании явлений природы может привести к фундаментальным достижениям — знанию, которое иначе как с помощью этого метода в ряде случаев получить невозможно. Итак, С-метод позволяет по крайней мере следующее:

1. *Представить изучаемый объект как объект-систему.* В частности, в случае с атомами химических элементов такое представление привело к атомам-системам, построенным из взаимодействующих по законам атомной физики протонов, нейтронов, электронов; в случае венчиков — к венчикам-системам, построенным по закону  $Z_n$  из циклически накладывающихся друг на друга лепестков.

Представление объектов как объектов-систем и вывод на этой основе их эмерджентных признаков являются первой важной задачей и первым основным методологическим требованием ОТС. Эта задача, подходы к ее решению и связанное с нею методологическое требование фигурируют во всех вариантах

ОТС. Однако заметим, что представление объектов как объектов-систем зародилось задолго до так называемого системного движения. Такие представления складывались в течение долгого времени, иногда десятков, сотен, а то и тысяч лет. Нередко они являли собой подлинные открытия, например протонов, нейтронов, электронов, законов их взаимодействия — в случае атомов; генов — хромосом, закона  $Z_n$  — в случае венчиков. В рамках «системного движения» такое представление привело к открытию класса кибернетических систем управления и контроля.

2. *Получить систему объектов одного и того же рода.* В случае химических элементов это привело к построению более 160 систем, в случае венчиков — пока единственной; их сопоставление — к системе объектов периодического типа.

Построение системы объектов данного рода, последовательное извлечение и анализ следующих из такого построения утверждений являются второй основной задачей и вторым основным методологическим требованием ОТС. Как и в предыдущем случае, практика построения систем объектов тех или иных родов (например, натурального ряда чисел, гомологических рядов в химии и биологии, системы социально-экономических формаций) возникла до или вне «системного движения». Построения систем того или иного рода тоже занимали довольно много времени и также являлись подлинными открытиями. Однако при этом не извлекались следствия, вытекающие из самого существования систем объектов данного рода. Это стало одной из главнейших и осознанных задач уже ОТС.

Важно отметить и другое. Построения систем объектов тех или иных родов и их графические выражения в виде системных таблиц (в частности, химических элементов и венчиков цветков) являются новым общенаучным методом получения, хранения, выражения и развития знания, полностью не сводимым ни к одному из известных конкретно-научных методов (индуктивному, дедуктивному, теоретическому, экспериментальному, гипотетическому и др.), ни к сумме этих методов познания.

3. *Исследовать особенности самой системы объектов данного рода.* Изучение систем химических элементов и венчиков показало, что обе эти системы по типовой принадлежности — периодические. Интересно, что само такое исследование по предмету оказывается системным, по характеру — абстрактным, по духу — близким к математическому, по результатам — региональным или общенаучным, что подтверждается, например, работами по теориям систем кибернетических (Н. Винер, У. Р. Эшби), иерархических (М. Месарович, Э. Хакимов, А. Маликов), организационных (А. А. Богданов), периодических, эволюционных и др.

4. Обнаружить в системе объектов данного рода полиморфизм и изоморфизм, симметрию и диссимметрию, отношения противоречия, непротиворечия, все или часть отношений 2-, 1-, 0-действия, изо-, гетеро-, антиидичности, все или некоторые формы сохранения, изменения, развития, описываемые математическими группами 8-го и 27-го порядков. В рассматриваемых системах химических элементов и венчиков цветков растений в них действительно имеют место указанные системные явления и закономерности. В частности, в системе химических элементов реализованы полиморфизм, изоморфизм, симметрия. Первый — хотя бы в виде существования атомов-изобаров, атомов-изотопов, атомов-изотонов, второй — в виде существования в системе различных вертикальных, горизонтальных, диагональных соответствий. Наконец, как показал Ю. К. Дидык (см. главу 10 данной книги), в этой системе действительно реализованы различные симметрии, в частности зеркальная.

Что касается системы циклических венчиков, то и в ней имеет место [см.: 93] полиморфизм, именно изомерийно-неизомерийный; в ней действительно существуют различного рода соответствия и симметрии в виде повторения основных свойств изомерийных совокупностей через клетку, наличия правых, левых, право-левых форм венчика соответственно аксиальной и актиноморфной симметрии.

5. Давать новые обобщения. В разбираемых случаях таковыми являются прежде всего законы изменения свойств химических элементов и венчиков растений по ходу системы. Обобщение этих законов, как мы убедились, снова приводит к закону, но уже абстрактной дискретной периодической системы  $S_p$ . И химический и ботанический периодические законы предстают в данном случае в виде лишь двух различных реализаций этого более общего закона.

Отметим еще две особенности использования С-метода: во-первых, формулировку законов природы и нетрадиционным, системным способом, в частности только в связи с системами тех или иных родов, без которых такая формулировка оказывается невозможной; во-вторых, введение в научный обиход не только «горизонтальных» обобщений, но и «вертикальных», справедливых для ряда или всех форм движения материи. Двумя (соответствующими случаям 1, 2) примерами являются периодический закон химических элементов, сформулированный Д. И. Менделеевым в неразрывной связи с им же построенной системой этих элементов, и теория абстрактных иерархических многоуровневых систем [62].

6. Делать предсказания и открытия посредством как традиционных, так и системных методов. В случае химических эле-



ментов и венчиков растений это выразилось прежде всего в виде предсказания и открытия посредством систем этих объектов соответственно новых химических элементов и диссимметрического, недиссимметрического, диссиметро-недиссимметрического классов биологической изомерии.

7. *Устанавливать сходства между системами объектов разных родов.* Согласно законам соответствия, симметрии и системного изоморфизма, такие сходства обязательно должны существовать. Одним из наиболее удивительных подтверждений этого служит эмпирическое обнаружение Ю. И. Артемьевым и М. А. Марутаевым (в 1971 г.) соответствия ритмической структуры таблицы Д. И. Менделеева ритмической структуре музыкального звукоряда (см. с. 285—289 данной книги), а также обнаружение нами математического изоморфизма периодической системы циклических венчиков периодической системе химических элементов.

8. *Решать научные задачи* посредством не только традиционных, но и системных методов; в случае химических элементов это осуществляется в виде синтеза ряда трансурановых элементов, а в случае венчиков — в виде решения трудной математической задачи о числе различных циклических перестановок.

9. *Объяснять явления*, в частности наличия в рассматриваемых и любых других системах поли- и изоморфизма, симметрии и диссимметрии, 8 способов преобразования, с помощью законов ОТС.

10. *Обнаруживать и исправлять ошибки* — в нашем случае в определениях атомных весов некоторых химических элементов и видов симметрии венчиков посредством систем соответственно химических элементов и венчиков цветков растений.

11. *Ставить новые вопросы:* региональные, общенаучные, философские. В связи с этим первостепенное значение мы придаем, может быть, самой фундаментальной для ОТС проблеме о необходимых и достаточных условиях реализации каждой из 8 (27) форм изменения и каждой из 8 (27) форм развития материи. Закон их достаточного основания позволяет установить условия их реализации, хотя и в самом общем виде. А. В. Маликов пытается дальше конкретизировать эти условия, правда применительно лишь к формам изменения (см. главу 6 настоящей книги).

12. *Усиливать математизацию, диалектизацию и системологизацию науки*, что в связи с системным подходом впервые было подчеркнуто В. С. Тютиним [81—83]. Бóльшая, чем ранее, диалектизация науки посредством С-метода достигается за счет использования в исследованиях не только традиционных, но и системных средств выражения диалектики изучаемых объек-

тов. Наглядное и, думается, убедительное тому свидетельство — впервые развитые в рамках ОТС системные учения об отношениях противоречия, непротиворечия, 2-, 1-, 0-действия, изо-, анти-, гетерондизма, о единстве и многообразии мира, о развитии и т. д., а также выведенные в рамках этих учений новые парные категории (см. параграф 15 настоящей главы).

Все более усиливающаяся математизация науки в свою очередь приводит к общему подъему не только соответствующей области знания, но нередко и самой математики. Например, открытие и исследование кибернетических систем управления и контроля привели к развитию целого ряда математических теорий, и среди них теорий связи, программирования, исследования операций, автоматов, очередей, игр; адаптивных, самоорганизующихся и самовоспроизводящихся систем и множества других. Другой пример: развитие на основе ОТС идей об Уг-множествах и Уг-алгебрах (см. главу 6 настоящей книги).

13. *Достигать большего, чем раньше, успеха в преподавании тех или иных дисциплин* за счет привлечения дополнительных, системных методов обучения, что подтверждается опытом преподавания химии и ботаники посредством наглядно представленных систем химических элементов и цветков растений.

Подведем некоторые общие итоги. Проведенные исследования показывают, что материальные и идеальные объекты суть системы и любые объекты-системы в объективной или субъективной реальности непременно принадлежат или должны принадлежать хотя бы одной системе объектов одного и того же рода. Утверждаемый факт впервые был выведен логически в рамках нашего варианта ОТС в виде закона системности. Стихийное и сознательное построение объектов-систем одного и того же рода, как показывает история науки, подытоживает результаты предшествующего этапа развития данной отрасли знания, существенно обогащает последнюю и дает начало новому этапу в ее развитии. Именно поэтому такое построение выступает целью, средством познания, отображением реальности и объектом исследования.

К чему это приводит?

Во-первых, к «системному идеалу» научного объяснения и понимания; во-вторых, к С-методу, являющемуся важным теоретико-познавательным средством; в-третьих, к системной парадигме, или системному образцу, постановки проблем, проведения исследований, анализа их результатов и т. д.

Примечательно, что представление объекта как объекта-системы в системе объектов одного и того же рода и изучение особенностей последней (как мы могли убедиться на примере систем действий и отношений, системных преобразований и ан-

типпреобразований, химических элементов и венчиков цветков растений) позволяют получить такие результаты, каковыми являются (по степени эвристичности, доказательности и т. д.) лишь результаты построения теории. Это означает, что в ряде случаев построение системы объектов одного и того же рода равно созданию новой теории, в ряде других, как это было с периодической системой химических элементов,— даже нескольких теорий! Поэтому основной вывод, который следует из приведенных здесь рассуждений, таков: следуя С-«идеалу», С-методу, С-парадигме в исследованиях систем той или иной природы, ученый может рассчитывать на существенное повышение степени фундаментальности и эффективности научной работы и преподавания.

Дав представление об ОТС в целом, мы можем теперь, во-первых, показать основные преимущества построения ОТС с помощью диалектико-материалистического метода; во-вторых, кратко сформулировать то, что дает ОТС для развития философских учений, законов и категорий.

## *18. ОТС и диалектический материализм*

Остановимся сначала на значениях диалектического материализма для ОТС: 1. Диалектико-материалистический метод послужил базой для формулировки всех пяти предпосылок ОТС. 2. Исходя из его важнейших требований, мы строим ОТС, не отбрасывая, а включая в наше определение «системы», системных законов, принципов и т. д. все богатство накопленного в этом отношении знания. 3. Используя диалектический закон единства и «борьбы» противоположностей, мы получили новые парные системные категории: «система и хаос», «полиморфизм и изоморфизм», «симметрия и диссимметрия», «отношения противоречия и непротиворечия», «взаимодействия и взаимонедействия», «изменения и сохранения», а также общесистемные законы и учения, чрезвычайно важные для всех наук. 4. В соответствии с диалектико-материалистической методологией мы сознательно строили ОТС как теорию возникновения, существования, изменения и развития материальных и идеальных систем, как теорию, содержащую эволюционистику — системное учение о развитии вообще.

Скажем несколько слов и о значении ОТС для диалектического материализма. Оно также существенно и прежде всего благодаря конкретизации диалектико-материалистических *учений* о всеобщей связи и взаимообусловленности, единстве и многообразии мира, изменении и развитии. Этому служат в первую

очередь изложенные здесь системные концепции об отношениях противоречия и непротиворечия (см. параграф 13), взаимодействия, одностороннего действия и взаимонедействия (см. параграф 14), о поли- и изоморфизме (см. параграфы 9, 10), изменении и развитии (см. параграф 16).

Более углубленному пониманию *законов* диалектического материализма, и прежде всего законов перехода количественных изменений в качественные (и обратно), единства и «борьбы» противоположностей, способствует закон достаточного основания ОТС, отдельно сформулированный (с должным вниманием к требованию полноты) как для случая перехода количественных изменений в количественные и (или) качественные и (или) относительные и (или) тождественные, так и для случая перехода квантигенетического развития в кванти- и (или) квали- и (или) изо- и (или) стасигенетическую формы развития, а также законы системной противоречивости, системной непротиворечивости, системной против-непротиворечивости.

Существенно расширяются наши представления о фундаментальных *категориях* диалектического материализма, прежде всего таких, как «изменение и сохранение», «изменение и развитие», «действие и отношение», «противоречие и непротиворечие», за счет экспликации новых категорий — «формы изменения материи», «формы сохранения материи», «формы развития материи», «формы действия материи», «формы отношения материи».

Важную роль в дальнейшем развитии философии должны, на наш взгляд, сыграть и ряд новых *учений* ОТС: о системе и хаосе [91], поли- и изоморфизме (см. параграфы 9, 10 настоящей главы), симметрии и диссимметрии; *ряд законов*, прежде всего законы системности, системных преобразований (центральное предложение ОТС), поли- и изоморфизации, соответствия, симметрии, асимметрии, системного сходства, а также указанные выше парные *категории*.

Серьезное философское, и прежде всего гносеологическое, значение имеют, как нам представляется, впервые сформулированные в данной работе «системный идеал» научного объяснения и понимания, С-метод и системная парадигма.

Все учения, законы, категории ОТС — это органические элементы единого целого, по В. С. Тютину [81—83] — некоего разветвленного «дерева», графа, содержащего отношения как подчинения (по вертикали), так и соподчинения (по горизонтали). Многие из них, например законы системности, системных преобразований, поли- и изоморфизации, соответствия, симметрии, асимметрии, системного сходства, против-непротиворечивости и связанные с ними категории, имеют общесистемный

характер, поскольку охватывают все формы движения, существования, изменения и развития материи.

Из материалов данного параграфа следует, что из всех теоретически возможных между диалектическим материализмом и ОТС соотношений в действительности реализуется лишь изменяющееся во времени соотношение пересечения между ними.

Таким образом, ОТС, безусловно испытывал при своем зарождении и постоянно испытывая в дальнейшем развитии плодотворное влияние диалектического материализма, в свою очередь оказывает на него благоприятное воздействие посредством системной конкретизации «традиционных» и предложения новых общесистемных категорий, законов, учений.

## *19. Приложения и перспективы развития ОТС*

Изложенная здесь ОТС, возникнув в 1968 г., за 20-летний период существования и развития вопреки неоднократно высказывавшимся опасениям получила довольно широкое признание ученых. Ею пользуются исследователи самых различных областей знания, разрабатывая все новые ее приложения в философии [см.: 2, 5, 9, 34—36, 39, 48, 64—65, 71, 77, 81—84], эстетике [см.: 7, 44—45], медицине [см.: 11, 33, 78], биологии [см.: 1, 14—16, 19, 22, 26—27, 38, 52—60, 68, 70, 78—80, 103—108], геологии [см.: 29, 40, 58, 109], минералогии, кристаллографии и математике [см.: 31, 91, 110, 117].

В данной работе наш вариант ОТС (по сравнению с предыдущим его состоянием) пополнился большим числом новых понятий, категорий, предложений; в ней впервые сформулирован ряд оригинальных учений, о которых шла речь.

В перспективе — дальнейшая аксиоматизация, математизация и диалектизация ОТС, детальный анализ механизма основных и производных преобразований объектов-систем; значительное расширение числа системных преобразований посредством экспликации изменений состава не только «первичных» элементов, но и отношений единства и законов композиции систем; создание в рамках ОТС учения об иерархо-неиерархических системах; еще более глубокие философские исследования предпосылок, категорий, законов и учений этой теории. Необходимо с позиций общей теории систем проанализировать и саму философию. По-прежнему фундаментальное значение мы придаем, может быть, самому глубокому для ОТС вопросу о формулировке необходимых и достаточных условий реализации а) основных и производных форм изменения и развития материи; б) структурной симметрии размерностей — 0 (точечной), 1 (ли-

нейной), 2 (плоской), 3 (пространственной), не специфических для любой формы движения материи.

На этом мы заканчиваем изложение состояния, приложений и перспектив развития *системотомии*, или ОТС,— науки о законах возникновения, существования, изменения и развития материальных и идеальных систем.

Сегодня ОТС — это не закончившая свое развитие теория, а «теория на марше»; ее основная цель — дать перечень того, что должно быть, что может быть, чего быть не может у систем,— была и остается актуальной.

В следующих главах первого раздела книги читатель познакомится с оригинальными исследованиями ученых, которыми был получен ряд новых результатов также посредством учений ОТС о системах и системных преобразованиях, о поли- и изоморфизме.

### Глава 3

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И ЭВОЛЮЦИОНИКА

Науке известны законы, отражающие стабильность мирового порядка,— законы сохранения, закон возрастания хаоса — энтропии. Возможно, это позволило в свое время Г. Т. Фехнеру в шутку написать, что мир создан не творческим, а разрушительным агентом. Однако, как подчеркнул академик Г. И. Наан, науке недостает по крайней мере одного фундаментального закона, а точнее, законов возникновения сложного из простого. Иными словами, нет законов формирования и дальнейшего эволюционного развития уровней организации материи; эволюционные законы Ч. Дарвина освещают лишь проблемы видообразования адаптивного характера. Почему так произошло, что закон возрастания хаоса был сформулирован, а закон возрастания организованности нет? Причину такой парадоксальной ситуации удачно раскрыл У. Р. Эшби: «До последнего времени стратегию научного поиска составлял преимущественно анализ и расчленение сложного целого на простые части» [30]. В результате такого подхода из поля зрения исследователя исчезал объект как целое, как система со всеми присущими ей признаками.

Не удивительно, что преодоление данного парадокса, вызванного значительным засильем редукционизма, стало возможным благодаря тому, что в науке начал «доминировать подход к объекту как к системе» [23]. Конечно, метод редукции — сведения свойств целого к свойствам частей, как и метод анализа — расчленения целого (объекта) на простые части, применяется давно, особенно в биологии. Но когда исследователь мыслит

только редукционистски, тогда и появляется феномен «исчезновения объекта исследования» [19], возникает так называемый гносеологический тупик редукционизма, выбраться из которого можно, опираясь на системный подход, т. е. на подход к объекту как к объекту-системе. Только в рамках системного подхода возможно рассмотрение проблемы возникновения сложного из более простого. В данной главе предпринята попытка исследовать закономерности возникновения сложного из более простого, более организованного из менее организованного.

Для биологов в этом плане особую ценность представляет концепция Ю. А. Урманцева, разработавшего начала ОТС — фундамент системологии. Важное значение для целей настоящей главы имеют его представления о способах преобразования объектов.

## *1. Способы преобразования объектов-систем*

Центральным предложением ОТС Ю. А. Урманцева описываются восемь различных способов, которыми только и создает природа свои объекты как объекты-системы в рамках системы объектов одного и того же рода. Как показал В. А. Догель [11], изменение числа мономеров, или «первичных» элементов (органелл, или гомологичных органов), ведет к эволюционным преобразованиям природных систем в «животном царстве». Изменение самих «первичных» элементов либо существенно повреждает объект-систему, либо способствует переводу ее на иной уровень организации материи (системогенез уровневого, надтипového характера).

«Первичные» элементы целесообразно рассматривать в качестве уровневой характеристики организации материи: 1) кварки, элементарные частицы; 2) атомы; 3) молекулы; 4) биополимеры; 5) органеллы; 6) клетки; 7) ткани; 8) органы; 9) организмы (биологический) — особь; 10) организм (социальный) — личность. Из четырех основных, по Урманцеву, способов порождения объектов именно изменения одних отношений между «первичными» элементами на другие (в частном случае взаимодействия) выступают как наиболее лабильный, изменчивый компонент объекта-системы.

## *2. Системогенез по Анохину*

До появления ОТС Ю. А. Урманцева вопросам генезиса системы, а также проблемам возникновения сложного из более простого в системном движении внимания уделялось явно недоста-

точно. Поэтому и системная конкретизация диалектико-материалистического учения о развитии в плане генезиса уровней организации материи не была осуществлена. Еще К. Маркс и Ф. Энгельс писали: «Мы знаем только одну-единственную науку, науку истории. Историю можно рассматривать с двух сторон, ее можно разделить на историю природы и историю людей. Однако обе эти стороны неразрывно связаны...» [1. Т. 3. С. 16]. Таким образом, здесь речь идет о единстве этих двух процессов развития. Наукой, призванной раскрыть механизмы развития материи, должна стать новая, системная по своему существу наука — *эволюционика*.

В настоящей главе предлагается концепция происхождения и дальнейшего развития сложного из более простого, т. е. формирования и развития уровней организации материи в качестве основы эволюционики.

Пожалуй, первым проблему системогенеза в биологии поднял и на примере формирования функциональной системы пытался решить П. К. Анохин в 1945 г. [3]. Он показал, что становление функциональной системы происходит в некоторой степени независимо от становления морфологической, органа, который она «обслуживает». Ядром разработанного ученым принципа системогенеза является учет того результата, для осуществления которого в организме возникает потребность в генезисе конкретной функциональной системы. Поэтому формирование системы, естественно, подчинено получению определенного полезного результата. В случае же недостаточного результата система может быть полностью реорганизована и на этой основе сформирована новая, с более совершенным типом взаимодействия компонентов, дающего полезный результат [4]. Критерии «полезного» или «недостаточного» результата устанавливаются обычно самим исследователем. Таким образом, эвристические возможности учения о системогенезе (или функциональной системе), разработанного П. К. Анохиным, весьма ограничены, поскольку, позволяя раскрыть построение частных, строго функциональных систем, оно не может служить рабочим инструментом для выявления закономерностей генезиса систем в эволюционном аспекте.

### *3. Космическая эволюция*

Как отмечалось, предметом эволюционики является выяснение принципов и закономерностей возникновения сложного из более простого, т. е. принципов действия механизмов формирования и дальнейшего развития различных уровней организации мате-



рии, начиная с Вселенной и кончая обществом. Теория ранней Вселенной, согласно которой Вселенная образовалась в результате «большого взрыва» (Big Beng), стала столь общепринятой, что астрономы называют ее «стандартной моделью». Опишем вкратце с позиций эволюционки этапы формирования Вселенной (по Вайнбергу [см.: 10]).

Вначале был взрыв, который произошел одновременно во всех точках ранней Вселенной, заполнив с самого начала все пространство, причем каждая частица материи устремилась прочь от любой другой частицы (хаотическое состояние ранней Вселенной). Примерно через одну сотую долю секунды температура Вселенной стала равной 100 млрд ( $10^{11}$ ) градусов по Цельсию. Поэтому ни одна из составляющих обычного вещества — молекулы, атомы, ядра атомов — не могла существовать. Вещество, разлетавшееся в разные стороны, состояло из различных типов элементарных частиц. Далее температура продолжала падать, достигнув 1 млрд градусов к концу первых трех минут. В таких условиях протоны и нейтроны, *объединяясь*, стали образовывать сложные ядра, начиная с ядра тяжелого водорода (дейтерия), но плотность частиц была все еще велика, так что ядра дейтерия быстро объединялись в более стабильные ядра гелия.

Через несколько сот тысяч лет стало уже достаточно холодно (менее 3000 K), и электроны смогли *соединиться* с ядрами, образовав атомы водорода и гелия. Появившийся при этом газ начал под действием гравитации собираться в сгустки (примерно через 700 тыс. лет), которые в конце концов сконденсировались, образовав галактики и звезды нынешней Вселенной. Итак, космология «большого взрыва» — это теория, по которой расширение Вселенной началось примерно 20 млрд лет назад из состояния колоссальных плотности и давления [10].

Согласно этой теории, структура нынешней Вселенной определялась прежде всего концентрационным градиентом огромного числа гетерогенных элементарных частиц, объединившихся сначала в ядра, а затем в атомы водорода и гелия; последние в свою очередь сформировались в звезды. Уже в звездах осуществлялись процессы синтеза остальных химических элементов, что вело к дифференциации звезд и формированию вокруг них систем типа Солнечной. На этом основании выделяются следующие этапы формирования (мета) галактической и звездной структуры нынешней Вселенной (космической эволюции): *множественности и гетерогенности «первичных» элементов — объединения их — дифференциации — интеграции (в подсистемы) — индивидуализации (нынешнее состояние Вселенной)*.

По-видимому, эти же этапы прошли в своем формировании

Солнечная система и наша планета — Земля. Их образование также зависело от плотности, давления и температуры межзвездного газа. Налицо геологическая и геоморфологическая дифференциации Земли, интеграция ее строения (в подсистемы — оболочки и слои) и индивидуализация (по законам небесной механики) в Солнечной системе. Существенно, что и космическая эволюция, и эволюция Солнечной системы, и эволюция Земли (двух последних после этапа объединения — унииции \*) не прерываются до настоящего времени.

Учитывая, что пары «частица — античастица» в основном проаннигилировали в течение первых 35 минут, и учитывая отсутствие сколько-нибудь определяемых скоплений антивещества во Вселенной (10), мы можем рассматривать в процессах унииции только следующие частицы: кварки, электроны, протоны, нейтроны при сопутствующем наличии огромного числа фотонов и нейтрино. Уже доказано существование 6 типов кварков; поэтому *гетерогенность* кварков как фундаментальных частиц равна 6. Кроме того, каждый тип кварка присутствует в виде трех *разновидностей* — трех различных «цветов» (красный, голубой, белый). Однако в формирование нуклонов вовлечено лишь по 3 кварка, т. е. основание по гетерогенности ( $A_r$ ) равно 3. Вообще гетерогенность «первичных» элементов и разновидность любого конкретного «первичного» элемента (как мономера), очевидно, лежат в основе взаимоотношений между объектами-системами.

Частицы типа электронов также имеют разновидности из-за двух различных состояний спина и подчиняются специальному «принципу исключения Паули», который не допускает падения всех электронов в атоме на оболочку с наименьшей энергией, поэтому он «ответствен» за сложную оболочечную структуру атомов, обнаруживающуюся в периодической таблице химических элементов. Все это вместе составляет *эффективное число разновидностей* каждого типа частиц (фотонов, нейтрино, электронов, протонов, нейтронов). Число разновидностей нейтрино не превышает 4—6. Атом (химический элемент) состоит из электронов, протонов и нейтронов, т. е.  $A_r = 3$ . Характерно, что и при объединении атомов в молекулу  $A_r = 2—4$ , изредка достигая 5 (белки, нуклеиновые кислоты). Очевидно, и *основание по гетерогенности «первичных» элементов, и разновидность самого элемента (мономера)* выступают как существенные системные атрибуты, участвующие в формировании объектов.

В соответствии с принципом неопределенности Гейзенберга и принципом исключения Паули атомные и молекулярные орби-

\* Унииция — от лат. unio — объединение.

тали есть вероятностные, квантовомеханические, кооперативные «портреты» разновидностей того или иного атома, той или иной молекулы как мономера, т. е. мономерная разновидность, которая определяет возможность образования полимеров по схеме:  $m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n = pm$ .

Этот факт расширяющейся Вселенной имеет важное значение для философии: теория ранней Вселенной, констатирующая наличие начального этапа ее расширения из состояния колоссальных плотности и давления, не оставляет никаких шансов для телеологических и теологических взглядов на идеальный акт мироздания или существование движущих сил развития вне его пределов. Да и сам факт начального состояния расширения Вселенной показывает, что нельзя отождествлять бесконечность и вечность материи с бесконечностью и вечностью Вселенной. Верно положение: Вселенная эволюционирует благодаря самодвижению и саморазвитию материи. Рассмотрев эволюцию Вселенной, выявим теперь аналогичные этапы формирования в филогенезе клетки — основной ячейки живой материи.

#### *4. Филогенез клетки*

Клетка — общая и изоморфная часть всех организмов независимо от уровня их развития и положения на биологической лестнице [4]. Попытаемся реконструировать этапы эволюционного формирования клеточной организации, используя данные по онтогенезу клетки, в соответствии с основным биогенетическим законом [18]. На основе данных литературы и собственных исследований по ультраструктуре клеток и взаимоотношениям внутриклеточных структур представляется возможным построить определенную схему межструктурных связей в клетке [16, 17] в процессе жизненного цикла (онтогенеза клетки). Одним из важнейших событий в жизнедеятельности клетки является митоз (неполовое деление клеток). Структура образующихся в этот период хромосом отображает исключительно тесную связь нитей дезоксирибонуклеопротейда (ДНП) и РНП гранул ядрышка; ядерная оболочка формируется путем слияния везикул агранулярного эндоплазматического ретикула (АЭР) и канальцев гранулярного эндоплазматического ретикула (ГЭР). Можно полагать, что митоз (когда ядро как бы возвращается к более примитивному [5], «кариоплазменному» состоянию) несет отчетливые следы филогенетических отношений и наиболее удачно раскрывает происхождение клеточной организации путем униации на основе процесса умножения протоэлементов —

будущих органелл клетки [16]. Анализ материала показывает, что явлению деления в живой материи предшествует процесс умножения одноименных элементов [29].

Перейдем к рассмотрению взаимоотношений ультраструктур в цитоплазме клетки. Относительно «переноса мембран» (ядерная оболочка → везикулы ретикулума → ГЭР → АЭР → комплекс Гольджи → плазмалемма) можно сказать, что взаимопревращения мембран свидетельствуют о функциональной непрерывности органоидов, построенных из мембран, а не о структурной непрерывности самих цитомембран [20]. Разобщенность в структурную непрерывность цитомембран вносят везикулы, являющиеся характерным элементом во взаимопревращениях мембран клетки. В ходе клеточной онтогении из везикул наружной ядерной мембраны путем слияния образуются типичные мембранные структуры ЭР и даже комплекса Гольджи; везикулы последнего принимают участие в создании элементов клеточной поверхности. На основании этого анализа, а также на базе исследований большого фактического материала по электронной микроскопии клетки нами сделан вывод о наличии точки расхождения (бифуркации) в клеточной онтогении: процесс бурной везикуляции и вакуолизации мембранной системы клетки необратимо переводит дальнейшее развитие ее на путь разрушения и последующей гибели. Перейдя в своем индивидуальном развитии эту точку, клетка уже не может делиться с последующей дифференциацией. Это усиливает нашу концепцию этапов развития (жизненного цикла) клеточной организации материи.

Наконец, можно говорить об образовании под действием ферментов (гидролаз) лизосом в цитоплазме миэлиновых фигур и прочих образований в ходе протеолитического демаскирования фосфолиппротеидного комплекса (липофанероз). Поэтому всевозможные цитосегресомы, миэлиновые фигуры, липидные капли и липофусцин являются производными дегенеративных изменений мембранных структур клетки (ГЭР, АЭР, комплекса Гольджи, митохондрий и хлоропластов). Значительное накопление этих дериватов приводит клетку к гибели.

В схеме взаимоотношений ультраструктур клеток в несколько обособленном положении находятся митохондрии (и хлоропласты). Нередко наблюдаемые картины почкующихся и делящихся (вдоль крист) митохондрий, присутствие в них рибосом и нитей ДНК (геном органеллы), способность самостоятельно осуществлять синтез белка свидетельствуют в пользу идеи самовоспроизведения митохондрий путем деления. Это же можно сказать о хлоропластах растений.

Таким образом, в клеточной организации наряду с такими *высокодифференцированными «органоидами»*, как ядро, ЭР,

комплекс Гольджи, плазмалемма, ядерная оболочка, *их дериватами*: лизосомами, цитосегресомами, липидными каплями и липофусцином — сохраняют определенную степень автономности лишь следующие структурные элементы — *органеллы*: нити ДНП — РНП (протоэлементы генома и рибосомного аппарата), везикулы (протоэлементы мембранной системы клетки), центриоли, митохондрии и хлоропласты. Функциональная взаимосвязь органелл приводит к формированию разнообразных внутриклеточных образований: органоидов и их дериватов (последующая дифференциация и интеграция). Это говорит об огромной фило-онтогенетической роли органелл. Нетрудно обнаружить, что митохондрии и хлоропласты также состоят из нитей ДНП и гранул (и нитей) РНП, а основной остов органеллы «построен» из типичных мембран. Это позволяет отстаивать идею формирования органелл II порядка (митохондрий, хлоропластов, центриолей) из элементов — органелл I порядка (нитей РНП — ДНП, везикул, микротрубочек) путем униации.

Гипотетической органеллой (в эволюционном аспекте) I порядка признается *биомер*, возникавший на Земле 3,8—4,0 млрд лет назад и состоящий из нуклеопротейда (вероятнее всего РНП), ограниченного фосфолипидом. Биомеры представлены в клетке (как и в органеллах II порядка) дифференцированными в виде нитей ДНП — РНП, везикул, возможно, микротрубочек. Современными аналогами (ввиду многочисленных и постоянных модификаций в среде бактерий и собственно клеток — «эуцитов») «биомерного» уровня организации материи оказались вирусы. Гипотетической органеллой II порядка считается «энергосома», возникшая на Земле 2,8—3,0 млрд лет назад. Энергосомы приобрели в ходе эволюции (путем униации биомеров) типичный биохимический цикл ДНК — РНК — белок и осуществили процесс синтеза АТФ, что позволило им освоить огромное число экологических ниш. Центриоли, митохондрии и хлоропласты, внутриклеточные (преобразованные внутри клетки в процессе ее эволюционного развития) органеллы суть представители «энергосомного» уровня организации материи, современными аналогами которого стали бактерии. Вот почему «бактериеподобие» митохондрий, хлоропластов и отчасти центриолей является реальным фактом. Но клетка — продукт униации именно энергосом (а не симбиоза бактерий с гипотетической амeboобразной монерой Геккеля) с последующими дифференциацией и интеграцией, которые осуществлялись многие и многие годы внутри «униата» — будущей клетки (эуцита).

Природа, таким образом, оставила «записи экспериментов» на пути к формированию клеточной организации. В процессе биомерной и энергосомной униации эволюционное формирование

клеточной организации также проходило этапы (формальные градации) развития, обнаруженные нами на примере космической эволюции: *множественности и гетерогенности протоэлементов (мономеров) → униации → дифференциации → интеграции → индивидуализации.*

## 5. Принцип системного морфогенеза

Итак, эволюционное формирование и дальнейшее развитие уровней организации материи подчиняется определенной закономерности, проявляющейся в наличии одних и тех же основных этапов генезиса в качественно различных рядах развития. Вычленение этих этапов позволяет сформулировать принцип системного морфогенеза как основу эволюционики. Уже кварки и элементарные частицы полностью соответствуют первому этапу морфогенеза — множественности и гетерогенности «первичных» элементов (разновидности мономеров). Поведение этих частиц (особенно в космической эволюции) указывает на то, что они способны участвовать в дифференцированном образовании частиц. Тем не менее фотон и лептоны — частицы стабильные. Они — итог индивидуализации. Нуклоны есть униат (объединение) кварков, как атомы — электрона и нуклонов. Структура атома дифференцирована (ядро, атомная орбиталь) и интегрирована. К тому же атомы имеют определенную степень индивидуальности. Аналогичное можно сказать о молекулах и биополимерах. Первое, с чем сталкивается химик, — это вещество, химическая индивидуальность [7].

Множественность и гетерогенность «первичных» элементов живой материи (органеллы, клетки, ткани, органы, организмы), как и их мономерная разновидность, не вызывают сомнения. Что касается этапа униации как объединения протоэлементов, то он описан нами при формировании клеточной организации. Этот этап характерен для возникновения тканевого и органного уровней в организмах многоклеточных; он описан В. А. Догелем [11] в рамках процессов полимеризации — олигомеризации. Этапы дифференциации и интеграции в биосистемах определены и описаны весьма подробно, в частности В. А. Догелем [11] и И. И. Шмальгаузенем [29].

*Этап индивидуализации* в полной мере проявляется в земных условиях, начиная с возникновения организмов — простейших и многоклеточных, так как все предыдущие уровни материи представлены обычно в виде скоплений (вещества), а не единичного экземпляра. Это было четко определено В. И. Вернадским как чрезвычайная индивидуализация живого вещества;

фактически в органическом мире этап индивидуализации отражает установленные Ч. Дарвином закономерности видообразования.

Внутрисистемные преобразования объектов, протекающие, несомненно, согласно описанным ранее способам (по ОТС Ю. А. Урманцева), осуществляются непрерывно, пока данная конкретная система сохраняется. Но каждая (в том числе идеальная) система имеет свой генезис, и если есть возможность тщательно изучить его, то он в общих чертах должен соответствовать этапам системного морфогенеза.

Все изложенное подтверждает вывод о том, что множественность и гетерогенность «первичных» элементов (как и разновидность мономеров) при определенных условиях концентрации, температуре и давлении обязательно вызывают процесс униации. Этап униации оказывается главным в системном морфогенезе. Именно в ходе униации образуется *новый уровень системной сложности — униат, и уже внутри последнего осуществляются (опять-таки на основе гетерогенности и разновидности протоэлементов) процессы дифференциации и интеграции, которые определяются излагаемым принципом. Возникшее, еще мало дифференцированное объединение является в целом более высокоорганизованным и энергетически более «выгодным» образованием* [9] по сравнению с окружающими его «единицами низшей категории». В живой материи такой униат предстает как безусловный ароморфоз [22]. Далее, в ходе эволюции униата до состояния стабильной индивидуализации, т. е. выраженной специализации, происходит интенсивное одноуровневое развитие — идиоадаптация — представителей униата (как объектов-систем в системе объектов данного рода) в тех или иных экологических нишах в соответствии с «пространством логических возможностей», реализуемым конкретным уровнем организации материи.

Поскольку этап униации зависит от концентрации конкретных протоэлементов, постольку *концентрационный градиент* (в свою очередь связанный с фактором времени [см. 10]) и *процесс униации определяют качественные скачки* (повышение уровня сложности), ведущие к возникновению различных уровней организации материи в соответствии с принципом системного морфогенеза. При этом продукт этапов дифференциации — интеграции — индивидуализации может выступать в качестве протоэлемента для последующей униации. Градации или этапы системного морфогенеза одновременно предстают перед нами в качестве механизмов эволюционного процесса. Общее направление «униация → индивидуализация» является по существу вектором эволюции материи, лишенным изначального целепола-

гания. Здесь *униация* как бы задает пространственно-временной континуум формирующегося объекта (или группы объектов), и потому именно она выступает в качестве *системообразующего фактора природы*.

Процесс системной интеграции и индивидуализации нового образования (униата) никогда не заходит так далеко, чтобы полностью преобразовать составляющие его протоэлементы. Отсюда объединение единиц низшей категории в униат с последующим преобразованием его в более высоко организованную систему в целом не препятствует сохранению предшествующих структурных единиц (или ступеней) в более высоких, а также процессу интеграции (или взаимодействия) элементов систем на одном уровне и на разных уровнях организации материи [27].

Принцип системного морфогенеза позволяет представить генезис биосистем значительно шире, чем симбиогенез. Так, на примере лишайников можно убедиться, что с точки зрения эволюционного подхода они являются не филоонтогенетической системой, а стабильными, но временными единствами двух или нескольких организмов (симбиогенетическими системами, возникшими на основе взаимной выгоды). Поэтому *симбиогенез* — это лишь аналог построения целостных биосистем, исключающий этапы внутрисистемной дифференциации и интеграции.

Учитывая изложенное, можно определить эволюционное развитие материи как процесс непрерывного (на основе множественности и гетерогенности протоэлементов) многофазного перехода рассеянного однородного субстрата в состояние структурно-энергетической концентрации объектов, являющихся протоэлементами по отношению к последующему «униатному» состоянию вышеорганизованной системы.

## 6. Следствия из принципа системного морфогенеза

Обсуждаемый принцип позволяет вывести ряд следствий, а именно:

1. Наличие «*пирамиды природы*», обусловленной процессом униаций как процессом концентрации все меньшего числа сортов протоэлементов:

— физический уровень — сотни «элементарных» частиц,  $A_r = 100$ ;

— химический уровень — 92 (номер урана) стабильных химических элемента,  $A_r = 92$ ;

— биомолекулярный (биоорганический) уровень — 6 основных биогенных элементов (C, H, O, N, P, S),  $A_r = 6$ , формирую-



щих 4 главных биополимера (белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды, липиды),  $A_r=4$ ;

— клеточный уровень — организменность двух типов (простейшие, многоклеточные),  $A_r=2$ .

В качестве завершения «пирамиды природы» уместно указать, что социальный уровень представлен всего одним видом организмов — человеком,  $A_r=1$ .

Характерно, что в конкретных материальных объектах  $A_r$ , по-видимому, не превышает 6.

2. *Наличие фактора концентрации*, способствующего осуществлению процесса униации на разных уровнях организации материи. В качестве такого выступают: ядро конденсации, заправка (химическая сборка), матрица (биоорганическая сборка), структура (уровень органелл и клеток), ментор (организменный уровень).

3. *Функционирование объекта в полном соответствии с принципом доминанты системы*. Объединение протоэлементов в систему, естественно, вызывает их жесткое соподчинение для осуществления обобщенных взаимоотношений системы с другими объектами. Прежде всего системное объединение приводит к существенным энергетическим и адаптивным выгодам.

Эти преимущества системы наложили отпечаток на все ее элементы, которые, будучи выделенными из системы, характеризуются уже другими свойствами. Так, выделенные из митохондрий ферменты, как известно, ведут себя иначе, чем эти же ферменты *in loco*. То же можно сказать и о самих митохондриях. Одни и те же ферменты претерпевают в процессе эволюции значительные изменения. Амилаза бактерий — это далеко не амилаза высших растений; в свою очередь фосфоэстераза лейкоцитов — совсем другой белок, чем фосфоэстераза дрожжей [21]. О том же говорят и радиобиологические эффекты, которые в зависимости от того, что облучают — элемент или систему: дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК), белок, изолированные органеллы, клетки, ткани, органы или организм в целом, будут весьма различными [28].

Реакции и «поведение» элементов (и компонентов) системы подчинены отправлению функций системы в целом, если это неаддитивная система. Данное утверждение может быть возведено в ранг принципа доминанты системы, который предостерегает от механического переноса данных, полученных *in vitro*, на реальную жизнедеятельность любой биосистемы. Далее, принцип налагает запрет на достоверность предсказаний о поведении системы, исходя из данных о поведении подсистем, входящих в качестве компонентов в систему (запрет на абсолютизацию редукции). Наконец, исходя из этого принципа можно

сформулировать следующий тезис: высшая система значительно преобразует поведение, а нередко и строение низших систем, с которыми она взаимодействует. По существу здесь речь идет о своего рода *эволюционной доминанте* высшей системы.

Так, взаимодействие бактерий с косным веществом способствовало образованию определенных залежей полезных ископаемых (концентрирующая функция бактериальной организации). Формирование и дальнейшее развитие «растительного царства» сопровождалось преобразованием атмосферы Земли, т. е. экологическим изменением условий среды обитания живых существ. Таким образом, высшая система привносит иную меру субстратно-структурной упорядоченности в объекты окружающей ее среды. Другими словами, высшая система существенно преобразует объекты окружающей среды, предопределяя тем самым в известной степени характер обратного воздействия этой среды на саму систему, ее дальнейшую эволюцию.

Особое значение идея эволюционно-экологической доминанты приобретает при рассмотрении глобальной проблемы современности — проблемы взаимодействия человека и природы. Данная проблема имеет системный характер, потому и возникла острая необходимость рассматривать ее, опираясь на начала системологии; это должно способствовать дальнейшей разработке новой науки теоретико-прикладного характера — созологии\* [15], которую, по-видимому, более правильно называть экосозологией. На основании рекомендаций этой формирующейся науки необходимо определять и устанавливать промышленные масштабы внедрения экологически безвредных биотехнологий. При разработке биотехнологий необходимо взять на вооружение созидательные механизмы самой природы: метод «затравки» — матрицирования, процессы униации (полимеризации) с использованием иммобилизованных ферментов, сопряженность различных процессов по принципу: отходы одного производства служат субстратом для другого (система безотходных циклов).

4. *Принцип ограничения степеней свободы элементов системы* при взаимодействиях с другими объектами по мере роста уровня организации материи, который лежит в основе детерминации структурно-функциональных преобразований протоэлементов. Этот эффект выступает в качестве прямого следствия «пирамиды природы» и принципа доминанты системы. Являясь производными процессов униации косной материи, живые существа оказываются «весьма специфическими концентратора-

\* Созология — от греч. «созо»: древнегреч. «я защищаю»; новогреч. «я спасаю» [15].

ми» [13] в своих взаимоотношениях с окружающей средой. Это свойство живой материи наглядно подтверждается следующим примером. Для  $C_{10}H_{12}$  возможны 75 изомеров, причем разность энергий между многими из них незначительна. Для соединения  $C_{20}H_{42}$  рассчитано уже 366 319 изомеров. В природе же встречаются всего 2—3 изомера фитана  $C_{20}H_{42}$  [12]. Это говорит о высокой степени структурной специфичности живой материи. Иммобилизация ферментов в ультраструктурах клеток, ограничивая степени свободы энзимов, одновременно увеличивает специфическую эффективность их активности в тысячи и более раз.

5. *Постепенную смену* (в эволюционном аспекте) *вероятно-стных закономерностей закономерностями детерминистскими*. Такая смена в природе произошла, по-видимому, в период эволюционного формирования современного механизма кодирующего устройства ДНК → РНК → белок. примерно 3 млрд лет назад. В ходе дальнейшего развития детерминация стала играть все большую роль в жизнедеятельности клеток организма, без чего он так и не смог бы стать организмом.

6. *Определение структурно-функциональных единиц (СФЕ) соответствующих уровней организации материи*. Выделение СФЕ уровневого характера, а это фактически и есть протоэлементы (мономеры) системы, имеет исключительно важное значение для определения природы вещества того или иного уровня организации материи, а также степени адекватности взаимодействия объектов-систем друг с другом и с окружающей средой. Этот вывод вытекает из содержания работы А. Н. Колмогорова «Автоматы и жизнь» [14]. С точки зрения этой работы бессмысленно объяснять, к примеру, работу автомобиля на языке теории элементарных частиц и квантовой теории, потому что вся совокупность парка ЭВМ даже в будущем не позволит адекватно понять и разъяснить принцип его работы в таком контексте.

Пример с автомобилем очень удачно раскрывает смысл предложенного Б. В. Бирюковым и Л. Г. Бирюковой принципа «нетранзитивности научного объяснения», полностью отрицающего редукционизм [6]. Поэтому столь уместно звучит существенный для системного подхода тезис М. М. Бонгарда, который, рассматривая сложные по составу и строению объекты, подчеркивал важность научного мышления «не атомами, а крупными блоками» [8]. Фактически это и есть призыв к необходимости четкого выделения для каждого конкретного системного уровня лишь ему свойственных структурно-функциональных единиц (СФЕ). Таким образом, каждый уровень (живого) характеризуется особой природой составляющих его элементов. Элементы других уровней не могут адекватно выразить структуру данной системы [2].

Можно полагать, что использование идей принципа системного морфогенеза и вытекающих из него следствий методологического характера при анализе экспериментальных данных будет способствовать раскрытию механизмов эволюционного развития объектов-систем.

#### *Глава 4*

### **КРИТИКА АНТРОПОМОРФИЗМА В БИОЛОГИИ**

Наш век порой называют веком биологии, и стремление ученых создать теоретическую биологию вполне естественно. Однако не многие биологи осознают, что трудности при этом могут обуславливаться «правилами ума» — методами, с помощью которых создаются научные теории. Поэтому остаются актуальными слова И. П. Павлова: «При хорошем методе и не очень талантливый человек может сделать много. А при плохом методе и гениальный человек будет работать впустую» [24]. Когда И. Кант говорил, что философия призвана дать «второй глаз» циклопам учености, то он в одинаковой мере предостерегал как от недооценки философии специальными науками, так и от игнорирования ею значения последних. Философия, утверждал он, указывает не только правила, требования, метод другим наукам, но и их «систематическое единство» [16].

Одним из пороков, присущих методам биологического исследования, служит антропоморфизм, т. е. наделение человеческими свойствами животных, предметов и явлений природы. Антропоморфизм с неизбежностью искажает представления биологов об отражаемом объекте-оригинале, обесценивая их научную деятельность.

#### *1. Антропоморфизм в классической биологии*

Утверждение и распространение антропоморфизма в значительной мере связано с эволюционной концепцией Ч. Дарвина. Классики марксизма, высоко оценивая ее мировоззренческое значение, тем не менее неоднократно ставили под сомнение «дарвиновский способ доказательства» [1. Т. 34. С. 133]. К. Маркс писал вполне определенно: «Примечательно, что Дарвин в мире животных и растений узнает свое английское общество...» [1. Т. 30. С. 20].

Биология, встав на путь антропоморфизма, с неизбежностью должна была прийти к концептуально-теоретическому кризису

[8], о чем мы говорили в докладах «Гносеологическая несостоятельность аксиоматики селекционизма в решении теоретико-биологических и экологических проблем НТР» [31] и «К критике методологии дарвинизма» [26]. Подобного рода прогнозы были сделаны четверть века назад биологом Б. А. Домбровским, отмечавшим, что если антропоцентристские представления тормозили в свое время развитие астрономии (геоцентрическая система Птолемея), то антропоморфистские взгляды в наше время тормозят развитие биологии. Антропоморфичными были многие концепции, которыми оперировали ученые: «перенаселения» (Т. Мальтус), «элиминации» (О. Конт), «естественного отбора» (Ч. Дарвин, А. Уоллес), «выживания наиболее приспособленных» (Г. Спенсер). Такой натурфилософский подход не изжит до конца и в наши дни [12].

Следствия «плохого метода», по мнению Б. А. Домбровского, дают о себе знать постоянно. «Теоретическая биология,— писал он,— переживает тяжелое время. Она все более проникается гуманитарными образами, которые в действительности ей чужды. В связи с этим наука о жизни, по сути дела, зашла в познавательный тупик» [13].

Однако осознание теоретической несостоятельности антропоморфизма показывает, что не все биологи поддались его «гипнозу», хотя преодолеть его влияние было нелегко. Это стало возможным благодаря привлечению материалов экспериментальной психологии [27] и психологии мышления [2], теоретических положений варианта общей теории систем Ю. А. Урманцева [32] и, наконец, науки о мышлении, которую мы называли когнитологией \* [11]. Благодаря этому критика антропоморфизма становится более конструктивной и регулятивно-нормативной. Думается, что предлагаемые ниже, разработанные на основе указанных достижений «правила ума» помогут вывести биологическую науку на новый уровень познания ее объекта.

Дарвинизм с честью выполнил свою социально-историческую миссию: даже ортодоксальная церковь признала факт эволюции. Современная НТР смещает акценты — сегодня мы должны не заниматься заклинаниями в адрес эволюции, а владеть ее механизмами не только на микро-, но и на макроуровне. Однако немалая часть биологического знания добыта «плохим методом», и поэтому дарвинизм часто «пробуксовывает» в решении актуальных проблем. Покажем, как был создан «хороший метод» — метод мышления, полностью исключающий антропоморфизм в биологическом познании.

\* Когнитология (от англ. cognitive science, производное от лат. cogito — мыслю).

Психолог Ж. Пиаже [27. С. 215] отмечал в качестве основной особенности детского мышления интеллектуальный эгоцентризм. Другими словами, ребенок воспринимает окружающее лишь «со своей колокольни», не осознавая или не желая видеть его «чужими глазами». Этому Пиаже противопоставляет «децентрацию» на основе понятийного мышления, которая позволяет преодолеть эгоцентризм, от себя добавим — антропоморфизм детского (а порой и научного) мышления. Однако мало лишь выявить «этиологию» этого явления и предложить метод его преодоления, требуется также теоретически обосновать, что такое «мышление» и тем более «понятийное мышление», ибо здесь много неясностей.

## *2. О преодолении антропоморфизма*

Конструктивное решение этой проблемы возможно на основе транслетивной\* концепции мышления [2], согласно которой мышление представляет собой процесс обратимого перевода информации с «языка» пространственно-предметных структур на язык символический, т. е. речь.

Исходя из диалектико-материалистического понимания второй стороны основного вопроса философии и с позиций ОТС Ю. А. Урманцева, в частности учения об изоморфизме, биологи могут и должны изучать свой предмет. Так, законы соответствия и симметрии требуют существования трех или по крайней мере одного соответствия и симметрии между такими разнокачественными системами, как бытие и мышление. Иными словами, образы и понятия субъекта познания не тождественны реальности, они лишь соответствуют и симметричны ей. Поэтому «отражающая система» должна быть самокритична к своим способностям и продуктам познания и не отождествлять создаваемые ею модели, теории, учения, категории и т. д. с реально существующими объектами. В самом общем смысле значение психологии мышления и ОТС Ю. А. Урманцева для раскрытия «этиологии» антропоморфизма заключается в доказательстве того, что последний основывается на признании тождества между бытием и мышлением.

Транслетивная концепция мышления, устраняя антропоморфизм при различении понятий, оставляет, однако, открытым вопрос об антропоморфности «имен» понятий, что сохраняет «лазейку» для лексического антропоморфизма. Как нам представляется, выносимая на обсуждение концепция мышления

\* Транслетивный — от англ. translate — переводить.

[11] позволяет избавиться и от этого типа антропоморфизма. Согласно ей, мышление определяется как умение а) различать объекты, б) присваивать им имена, в) оперировать именами и связанными с ними образами объектов (по существу это три фазы мыслительной деятельности). В связи с этим когнитология трехкомпонентна; ее составляют классиология, терминоведение, операторика \*. По нашему мнению, *сознание* включает в себя чувства (оценку), мышление (познание), волю (регуляцию). Используя термины кибернетики, «различение» и «присвоение имен», мы включаем обозначаемые ими операции в единый процесс создания операндов \*\*, в то время как «оперирование именами» относим к операторам.

Покажем, как достигается продуктивность и адекватность мышления. Качественное различие всевозможных объектов находится в прямой зависимости от решения проблемы единства и разнообразия. Рациональное решение ее дано в ОТС Ю. А. Урманцева, согласно которой в любой системе-классификации неизбежны полиморфизм (многообразие) и изоморфизм (сходство на основе системного единства). Следовательно, единство бытия обеспечивается его системной организацией, а разнообразие — специфическими способами реализации общесистемных свойств на всех уровнях организации материи [5, 6].

Как следствие предлагаемого решения проблемы единства и разнообразия особое значение приобретает решение проблемы схождения с позиций ОТС Ю. А. Урманцева, что особенно актуально для первой фазы мышления (различения объектов). Так выявляется тип схождения, который обусловлен *новой* для натуралиста *причиной* — системной общностью. Такое представление о схождении не было известно классическому дарвинизму, что ставит под сомнение филогенетические «древя жизни», основанные на традиционном понимании схождения, которому в ОТС Ю. А. Урманцева противопоставляется следующий тезис: сходно не значит сходно по причине родства или одинаковых условий существования или по причине того и другого [32. С. 33].

В развитие идей ОТС Ю. А. Урманцева мы предложили [8] два понятия, которые должны отражать качественное различие уже между типами схождения. Классический тип схождения «по причине родства» назван «схождением по гомологии», новый —

\* Классиология — теория классификаций. Терминоведение — раздел лингвистики, занимающийся объяснением научных и технических терминов. Операторика — наука об оперировании понятиями посредством понятий.

\*\* По аналогии с кибернетикой *операнд* — это понятие (объект операции), с которым производят логические операции. Соответственно оператор — правило (метод) оперирования понятиями (операндами).

«сходством по аналогии» (эти понятия не идентичны понятиям «аналогия» и «гомология» в математике и биологии). Хорошей иллюстрацией схождения по гомологии служит пример из книги К. Лоренца «Человек находит друга»: «У собак задирание ноги имеет четкий смысл — как ни парадоксально, точно тот же, что и соловьиная песня. Это способ обозначения границ своего участка, предупреждение чужакам» [20]. На первый взгляд схождения нет, а по существу оно налицо. Теперь сравним пение соловья и человека. Внешнее сходство очевидно, хотя ни один энолог или психолог отождествлять или гомологизировать эти по сути своей различные типы поведения не станет. Первый пример иллюстрирует сходство по гомологии (внешнее различие при единой сущности), второй — сходство по аналогии (внешнее сходство при различии сущностей). Наличие этих сходств мы должны учитывать в стремлении к адекватному различению и классификации объектов.

Новое представление о сходствах, по нашему мнению, закрывает путь антропоморфизму уже на уровне различения. Поэтому становится ясным, что антропоморфистский термин «естественный отбор» был создан не по аналогии с искусственным отбором (как утверждает в статье «Аналогия» Философской энциклопедии. Т. 1), а по гомологии (согласно новым представлениям о типах сходств). Иначе он остался бы метафорой и не стал бы базовым для биологии понятием.

### *3. Лексический антропоморфизм и язык науки*

Если мы произвели адекватное, исключаящее антропоморфизм различение и соотнесение понятий, но не закрепили за ними соответствующие имена, то работу по классификации еще нельзя считать полноценной. Поэтому наш тезис таков: квантирование \* значения влечет за собой квантирование и обозначения. Иными словами, уяснив важнейшее, сущностное свойство какого-либо объекта, мы можем поименовать последний, ввести только ему принадлежащее обозначение, т. е. завершить вторую фазу мыслительного процесса.

И К. Лоренц демонстрирует пример лексического антропоморфизма, говоря о соловьиной «песне». Вполне допустимо, что в поэзии это выражение — «милая сердцу» поэта метафора, но для ученого, исследующего поведение животных, метафоры, как заметил Б. А. Домбровский, оборачиваются тяжким познава-

\* Квантирование (от «квант» — частица, носитель свойств какого-либо вида объектов) — выделение свойств-значений.



тельным бременем. В связи с этим нельзя обойти проблему соотношения науки и искусства, которая в свете изложенного контрастирует с бытующими представлениями об их «гармонии» [21]. Так, психиатром Е. Блейлером было введено понятие «аутистическое» (нереалистическое) мышление, философское значение которого правильно оценил С. Л. Рубинштейн: «Аутистическое мышление, противопоставляемое реалистическому мышлению, подчиняется, согласно Е. Блейлеру, принципу удовольствия, а не руководствуется принципом познания. Аутистическое мышление, таким образом, *не выполняет функции познания* (курсив наш.— В. Д.) и отражения объективной действительности» [29]. Кому же присуща столь специфическая форма мышления? Патопсихолог Б. В. Зейгарник отвечает на этот вопрос так: «Наряду с аутизмом шизофреников Блейлер описывает также аутистическое мышление во время сновидений, в грезах, наяву у истериков и у здоровых людей, а также в поэзии, мифологии, вообще искусстве» [15].

Патопсихологи не относят аутизм здоровых людей к патологии, но, поскольку синонимом аутизма является нереалистическое мышление, мы считаем правомерным ввести понятие «патогносеология». В таком случае идеалистические идеи и системы, к примеру иррационалистический экзистенциализм, не случайно занимающийся смещением различных жанров (философии с беллетристикой, поэзией и религией) и третирующий мышление как «непригодный инструмент для исследования истины», точнее было бы отнести к гносеологической «патологии», послужившей причиной известного «скандала» в идеалистической философии [33].

Для ограждения исследователей от патогносеологического аутизма при лексическом заимствовании между наукой и искусством мы предлагаем установить лишь «одностороннее движение»: искусство может заимствовать лексику науки, но включение в научный оборот литературной лексики должно основываться на тщательном отборе. Это значит, что если использование метафор, образов и допустимо в научной литературе, то лишь условно без придания им статуса научных терминов. Если в науке интуиция, образность суть промежуточные «станции» на пути к понятийно-терминологическому оформлению знания, то в искусстве они — «станции назначения».

Сказанное вполне согласуется с выводами К. К. Жоля, который писал: «...первые шаги познания начинаются не с выработки ясных и четких понятий, а с интуитивного понимания проблемной ситуации в целом. Понимание как процесс — это деятельность сознания, опирающегося на языковые формы знания, для которых проблемность ситуации выступает в виде

метафорообразования (озадаченного языкового сознания). Перед познающим субъектом возникает цель — перейти от значений к понятиям, от слов к терминам, от обывденного языка к языку научного знания. Шеллинг и Юнг солидарны в том, что искусство первенствует в познавательном освоении действительности. Конечно, одного духовно-эстетического освоения действительности недостаточно для того, чтобы научиться управлять и подчинять себе эту действительность. Здесь требуются методы рационального научного знания. Иносказания, метафоры, интуиция и т. д. должны быть переведены на язык дискурсивного мышления» [14. С. 143—144].

В таком случае, вновь возвращаясь к оценке учения Дарвина в плане научного языка, следует сказать, что оно «оказалось основанным на «ключевой метафоре» — аналогии (согласно нашим выводам — на гомологии.— В. Д.) между естественным отбором и искусственной селекцией» [36. С. 94]. Стало быть, с этой точки зрения Дарвин и его последователи не пошли дальше «первых шагов познания», остановившись практически на этапе метафорообразования, что служит до сих пор своеобразным препятствием для полного перехода биологии «от слов к терминам», «от обывденного языка к языку научного знания», наконец, для окончательного выхода на теоретический уровень дискурсивного мышления.

Наши предложения сходны и со следующими положениями терминологов: «Синонимия (а также омонимия и полисемия.— В. Д.) — крупный недостаток терминологии. Исполняя положительную роль в художественной литературе, она как языковое средство вредна в научной терминологии... Контекстовая подвижность значения — характерная черта обычного слова — совершенно недопустима для термина. Научный термин должен быть независим от контекста» [19]. Иногда такая постановка вопроса вызывает отрицательную реакцию, которую, на наш взгляд, едва ли можно признать справедливой. «Четкость и чрезмерная строгость языка,— пишет, например, В. В. Налимов,— ведет к интеллектуальным судорогам. И в то же время мы понимаем, что внутренняя рассогласованность суждений, создаваемая полиморфизмом языка, не должна заходить слишком далеко, иначе возникает ситуация психиатрической больницы. Граница допустимой нестрогости устанавливается как-то сама собой» [22].

Сторонники концепции «плавающего» языка и мышления фактически предлагают лишь ждать, пока все образуется само собой. Но не слишком ли это большая роскошь сегодня? Мы полностью солидарны с представителями школы научного терминоведения Д. С. Лотте и Комитета научно-технической тер-

минологии АН СССР [19]. Хочется надеяться, что со временем биологи осознают необходимость создания строгой научной терминологии, без которой чрезвычайно трудно построить теоретическую биологию, ибо только путем адекватного различения, присвоения имен и оперирования ими формируются реальные предпосылки создания и освоения нового языка науки — языка четких понятий и строгих терминов. А ведь они-то и определяют качество операндов мышления.

#### 4. Понятия, термины, нормы мышления

Согласно транслетивной концепции, высшей стадией развитого мышления является оперирование понятиями, регулируемое понятиями же [2. С. 322], в отличие от оперирования образами в аутистическом мышлении. Ведь образы есть нечто личное. Использовать же слова (понятия) можно только тогда, когда их смысл понимают все, т. е. понимание возможно лишь в том случае, если *для всех* владеющих данным языком *слово означает одно и то же*. Субъективная ограниченность мысли преодолевается только при переходе к понятийному мышлению. Отсюда вывод: понятия — злейший враг антропоморфизма, и не случайно последний рядится в форму метафор и образов. Г. Шухард справедливо называл обыденный язык «совокупностью мертвых метафор» с бесконтрольно расширяющимся объемом значений. Контроль может осуществляться лишь понятийным мышлением.

Что же такое «понятие»? *Понятие* — это особый вид обобщения, закреплённого в языке, специфической особенностью которого является использование не образов и представлений, а родо-видоразличенных операндов мысли. Работа с последними осуществляется с помощью родо-видоразличенных операторов. По форме это близко к положению логики Аристотеля о родо-видовой структуре понятий. Но формальная логика, как известно, имеет дело лишь с «языком» операторов, игнорируя «язык» операндов.

В идеалистических философских и психологических концепциях мышление зачастую отождествляется с логикой. Согласно нашей концепции, логика — это всего лишь один из компонентов мышления. Это позволило выявить «этиологию» логических парадоксов, апорий Зенона и софизмов схоластической логики, т. е. показать недостаточную четкость тех операндов, с помощью которых строились эти «парадоксы». Филигранно отточенный аппарат силлогистики может «перемолоть» и весьма сомнительного качества операнды, приводя к тому, что называется схоластическим теоретизированием. Поэтому-то и «парадоксы» такого

рода «логики-мышления» оказались на поверку банальными паралогизмами [35], как и парадоксы теории множеств, которые объясняются в известной мере несовершенством математического языка. Однако все титанические усилия философов и математиков создать совершенный язык науки (Л. Витгенштейн, Г. Фреге, Б. Рассел и др.) не увенчались успехом [18], поскольку они заботились лишь о языке операторов, но не операндов.

Поскольку наше определение понятия отлично от существующих, мы сочли целесообразным обозначить его соответствующим термином «понятие-норматив», одновременно предложив и термин «понятийно-нормативное мышление». Понятийно-нормативная концепция исключает то, что для традиционной «понятийной» логики было и остается вполне естественным, — лексический антропоморфизм: ее понятия «являются неотчетливыми, имеющими неровные и неясные края... одни и те же понятия в разных ситуациях приобретают разный смысл, внешне одинаковые тезисы наполняются разным содержанием» [18. С. 235].

Всего этого не может происходить с понятиями-нормативами, которые обязаны иметь четкие края и смысл которых «не должен» изменяться в зависимости от контекста. Определив, что такое понятийно-нормативное мышление, мы считаем, что ему может соответствовать только понятийно-нормативный язык, а не обыденный, который служит предметом исследования лингвистов. Поэтому лишь после создания понятийно-нормативного языка открывается возможность создания лингвистической теории, которой до сих пор нет.

Наш анализ проблемы антропоморфизма не отличался бы от его анализа другими исследователями [34], если бы мы не дополнили его конкретными лингвистическими рекомендациями в плане замены укоренившихся в биологии антропоморфизмов на понятия-нормативы. Вернемся к примеру из этологии: если смысл поведения собаки и соловья заключается в «обозначении границ», то собака и соловей занимаются сигнаризацией\*, делая это каждый своим способом. Соловей может «петь» в поэзии и беллетристике, но в научной литературе ему «следовало бы» сигнаризовать, чтобы наука не занималась мифотворчеством или недостойными ее заимствованиями, как бы это ни возводилось сегодня в моду [22].

Известно, что соратники и последователи И. П. Павлова отказались от психологических (антропоморфных) объяснений поведения животных по типу «собака желает». В лабораториях И. П. Павлов даже ввел символический штраф за это. Поэтому не случайно И. П. Павлов на одной из «сред» заметил: «Я резко

\* Сигнаризация — от лат. *signare* — метить.

с самого начала говорил, что зоопсихологии не должно быть» [25]. Создатель новой теории антропогенеза Б. Ф. Поршнев прокомментировал приведенные слова великого физиолога следующим образом: «Суть этих слов не в том, что субъективный внутренний мир животных непознаваем... а в том, что этого внутреннего мира и нет у них из-за отсутствия речи. Слова «психология», «психика», вероятно, будут сохранены только для человека, — понятие «зоопсихология» давно оспаривается» [28].

Дарвин писал: «В умственных способностях между человеком и высшими млекопитающими не существует коренного различия... оно только количественное» [10. С. 187]. И. П. Павлов и Б. Ф. Поршнев, основываясь на диалектико-материалистическом учении о «скачке», «перерыве постепенности», категорически отвергали дарвиновскую «постепенность», приведшую к тому, что «декартова пропасть» между животными и человеком «забрасывалась антропоморфизмами» [28. С. 51]. Признание «перерыва постепенности» диктует потребность и в новой терминологии для отражения качественных скачков, в том числе в развитии живого. Мы же вслед за Павловым и Поршневым считаем, что признание качественного различия требует отказа от применения к животным и другим антропоморфизмов типа «рассудок», «мышление», «интеллект», «труд», «орудия труда» и даже «выражение эмоций», хотя бы и взятых в кавычки! Обоснованию этой позиции было посвящено наше выступление «Имеет ли зоопсихология объективный статус науки?» на симпозиуме «Зоопсихология и сравнительная психология» VI Всесоюзного съезда психологов (Москва, 1983) [23].

Коснемся вопроса о «целесообразности»: причиной гармоничности биосистем является не их «сообразность» какой-то «цели», а то, что они относятся к «системам органически целостного типа» [34. С. 36]. Вот почему вместо понятия «органическая целесообразность» (И. Т. Фролов) мы предлагаем термин «органическая холистичность»\*. Попутно заметим, что Дарвин так и не решил проблему органической холистичности из-за «плохого метода» (антропоморфизма).

Относительно «естественного отбора» Ф. Энгельс отмечал: «Дарвин, наоборот, определенно заявляет, что выражение «естественный отбор» содержит мысль о *сохранении*, а не о возникновении свойств» [1. Т. 20. С. 268]. Это замечание послужило нам основанием для замены понятия «естественный отбор» понятием-нормативом «реликвимация»\*\*. От данного родового поня-

\* Холистичность — от англ. whole — целое. Подчеркнем, что ничего общего с современной идеалистической философией — холизмом, кроме чисто внешнего — терминологического — сходства, это понятие не имеет.

\*\* Реликвимация — от лат. reliquum — оставлять.

тия образованы видовые: биореликвимация, геореликвимация, антропо-реликвимация (собственно отбор). Представляется, что только в единстве с понятием «реликвимация», заменяющим «естественный отбор», широко распространенное в биологии понятие «элиминация» может иметь эвристическую ценность. Мы не имеем возможности рассмотреть здесь все следствия господства антропоморфизма, хотя согласны с Б. А. Домбровским и Б. Ф. Поршневым, что *частичный отказ* от них не только биологов, но и психологов, антропологов, кибернетиков, физиков, химиков и представителей других наук несовместим с научной принципиальностью.

Характерно, что антисциентисты избирают своей мишенью именно антропоморфизированную науку, обходя стороной Науку с большой буквы. Наш анализ показал, что антропоморфизированная наука фактически изменила Науке и коль скоро она оказалась причастной к возникновению экологических проблем, то и вызывала обоснованную критику. В связи с этим встает задача показать выход, что мы и предлагали здесь.

Однако хулители науки, кивая на «кризисы и взрывы», пропагандируя немощность человеческого разума, могут реанимировать лишь бессознательное и иррациональное, обращая взоры к вере. Но любопытно, что антисциентисты обличают следствия, хотя причина, их породившая, у них со сциентистами едина и заключается в смещении гносеологических принципов. У экзистенциалистов и представителей антропоморфизированной науки [см.: 22] мифотворчество и антропоморфизм, как говорится, «у себя дома». Антисциентизм объявил войну «подпорченному» тем же аутизмом сциентизму, предлагая взамен еще больший аутизм...

Мы же выступаем за науку, избавленную от «метастазов» антропоморфизма, а поэтому вводим для ее обозначения термин «понятийно-нормативная наука», для краткости — «нормативная наука». Как ни парадоксально, оказывается, у представителей изящной словесности по поводу избавлений от этих «метастазов» есть не лишенное категоричности особое мнение. «У цветов во время любви поднимается температура. Выражение насчет любви у растений звучит на непривычный слух вульгарно, как метафора либо поэтическая вольность. Существует даже термин «антропоморфизм», т. е. приписывание животным и растениям человеческих чувств. Однако дело не в антропоморфизме, но в истинной сути происходящего (?! — В. Д.). Но если это так — а это так (?! — В. Д.), то нет и никакого иносказания, никакого антропоморфизма в том, что мы употребляем слово «любовь» применительно к растению» [30], — так В. Солюхин в повести «Трава» решает сугубо методологические

проблемы. Это пример обратного смещения познавательных принципов — научная лексика в «чужом доме»...

Аутизм мы отождествляем с периодом интеллектуального «детства» человечества (вначале — с его религиозно-мифологическим, затем — с художественным мышлением), хотя его достаточно и в строгом, постоянно обогащающемся уме людей XX в. «В глубоком прошлом — писал Б. Ф. Поршнев, — бессмыслица внушала священный трепет или экстаз, с развитием же самой речи, как и мышления, бессмысленное провоцирует усилия осмысления» [28. С. 471]. В таком случае аутизм выполняет роль стимула (может быть, и отрицательного), «дающего работу» мозгу. Все зависит от точки отсчета. «Дипластия (тот же аутизм. — В. Д.) под углом зрения физиологических процессов — это эмоция, под углом зрения логики — это абсурд» [28. С. 472].

В нашем представлении о человеке [7; 9] мышление доминирует над эмоциями и волей, что позволяет избежать ситуацию, определенную психиатром П. Г. Ганнушкиным: «Чтобы эмоции взяли верх над разумом, надо чтобы разум был слаб» [3. С. 64]. То же можно сказать о «безумной» воле, порождающей тиранию. Субдоминанты (эмоция, воля) лишь тогда благотворны для личности, когда они «не берут верх над разумом» либо «провоцируют усилия осмысления».

Опираясь на теорию векторно-броуновских процессов Н. И. Кобозева [17], мы увязываем реалистическое (научное) мышление с «векторной», а аутистическое — с «броуновской» координатой человеческого мышления как целостной системы [11]. Новый взгляд на соотношение когнитивных факторов с эмотивными и волютивными позволяет создать новые эстетическую и этическую концепции. Так средствами естествознания «перекинут мост» к решению гуманитарных проблем в соответствии с прогнозом К. Маркса, что «естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание: это будет *одна наука*» [1. Т. 42. С. 124].

Нормативная наука обязана своими достижениями прежде всего качественно новым представлениям о соотношении мышления и языка. Б. А. Домбровский создал биоморфологию, биоэнергетический подход и обосновал новые эволюционные идеи, благодаря тому что, будучи биологом, отказался от методологии дарвинизма [4; 12; 13]. Б. Ф. Поршнев «вторгся» в биологию, произведя прежде всего ревизию ее методологических принципов, создав новую науку — палеопсихологию и новую концепцию происхождения человека (речи, языка, мышления). Они разработали методы познания, с помощью которых «можно сделать

много», избавив биологию от «работы впустую». В русле их идей решается нами проблема соотношения научного и художественного мышления.

Сегодня, когда экологические проблемы в одинаковой мере тревожат поэтов и ученых, вовсе не значит, что все «для дела общего сгодится». Их решению если и могут помочь чувства, то не те, что берут верх над разумом... В. И. Вернадский впервые подчеркнул, что научная мысль становится мощной силой воздействия общества на природу, равной геологическим. В условиях, когда ноосфера — сфера разума — стала силой, от которой зависит возможность существования жизни на Земле, предельно актуальной становится задача заменить стихийное развитие науки и общества сознательным управлением.

Экологический «гром» грянул — пора бы от былых огрехов познания откреститься. «Возьмем из прошлого огонь, а не пепел!» (Ж. Жорес).

## *Глава 5*

### *ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В ГЕОЛОГИИ*

Существует немало работ о применении системного анализа в геологии, но их авторы не ясно выражают свое отношение к спорам по поводу общих теорий систем, а главное, не используют системный анализ, а лишь рассуждают о его возможной пользе.

Мы попытаемся впервые в геологии осуществить системный анализ двух предметов: геологического — месторождения полезных ископаемых — и метагеологического — исследований по математизации геологии.

В полноценном научном исследовании все операции (определение, описание, объяснение, анализ, синтез, прогнозирование, моделирование и др.) взаимосвязаны. С одной стороны, достаточно полное и логически непротиворечивое определение предмета исследования содержит в себе некоторую идею, необходимую для системного анализа и для развития науки вообще, с другой — логически неправильное или хотя бы только недостаточно полное определение делает научное исследование менее эффективным или даже ошибочным. Так, одностороннее определение света как потока корпускул затормозило познание явлений интерференции и дифракции, в которых проявляется волновая природа света, а знание последней чрезвычайно важно для развития спектрального анализа и некоторых других областей физики.



Неправильное определение электрохимии [24] как науки об электродвижущих силах, т. е. о разности электрохимических потенциалов (хотя по существу она является наукой об абсолютных значениях электрохимических потенциалов), обусловило возникновение некоторых фиктивных понятий, как, например, понятие электрокатализа [25], что в немалой степени затормозило решение основной задачи электрохимии — управления скоростью электрохимической реакции. Геологи видят важность правильного определения электрохимии в том, что одна из наук о Земле — геохимия — это в сущности часть электрохимии, поскольку все химические реакции, протекающие в земной коре, связаны с передачей электронов. Данную идею можно найти в трудах А. Е. Ферсмана, но геологи пока ее не оценили.

Неправильных определений предмета исследования много и в геологии [21]. Именно из-за этого работы по *системному* исследованию геологических проблем оказались неэффективными. Преодолению подобной ситуации могло бы помочь обращение к наиболее эвристичной, на наш взгляд, операбельной и плодотворной общей теории систем — ОТС Ю. А. Урманцева [13].

## *1. Понятие «месторождение полезного ископаемого»*

Системный анализ месторождений полезных ископаемых как особого рода единства можно осуществить следующим образом. Месторождение обычно определяют через полезное ископаемое, а полезное ископаемое — через минерал. Минерал же определяется неоднозначно. Вот наиболее распространенное определение, содержащееся в Геологическом словаре \*: «Минерал — термин, имеющий несколько определений... Определение минерала, с одной стороны, как продукта геохимических реакций, с другой — как составной части земной коры представляет собой лишь разные формулировки одной мысли» [3. С. 473].

В другой статье Геологического словаря читаем: «Минерализация — процесс привноса, а также отложения рудных и нерудных минералов восходящими или нисходящими рудоносными растворами или газовыми эманациями, а иногда и магматическими расплавами. Часто под этим словом понимается результат процесса отложения минералов, т. е. минерализованные породы» [3. С. 473].

\* К сожалению, с 1973 г. словарь не переиздавался, хотя необходимость уточнения многих определений доказана в статьях ряда ученых, в том числе в наших.

Согласно этому определению, газы и растворы (почему-то только рудоносные) несут откуда-то готовые минералы, вносят их во что-то (?) и откладывают там, а сами «уходят дальше». На деле все обстоит иначе. В словаре описаны лишь твердые минералы. В. И. Вернадский же рассматривал как природные химические соединения не только твердые, но также жидкие и газообразные минералы, поскольку агрегатное состояние любого вещества может быть каким угодно. Все зависит от температуры и давления. Но согласимся с авторами словаря в том, что все минералы — твердые тела (кристаллические и коллоидные). Тогда, естественно, возникает вопрос: могут ли газы и растворы поднимать с глубины твердые тела? Ведь на их пути столько препятствий!

Гидротермы и эманации порой просто просачиваются по микротрещинам и микропорам сквозь горную породу. В таких случаях никаких твердых тел они пронести не могут. Ясно, что ни газы, ни растворы не несут минералов, а несут лишь ионы, из которых в уже формирующемся геологическом теле (например, в жиле) при подходящих условиях химизма, температуры и давления вырастают минералы. Только магматические расплавы иногда несут высокотемпературные минералы, которые мы опознаём по оплавленным ребрам кристаллов. Таковы, например, алмазы в кимберлитовых трубках Якутии.

Приведенное определение минерала неверно и в других отношениях. Минералы есть не только в рудных, но и в нерудных телах. Все горные породы состоят из минералов, а образуются они не только в процессе рудоотложения, но и в ходе многих других геологических процессов (диализа, метаморфизма, контаминации и т. д.), причем не обязательно из принесенного материала. Кроме того, понятие минерализованной породы столь же абсурдно, сколь, например, и понятие «одеревеневшая древесина». Всякая горная порода — сочетание минералов, а минерализация минералов — нелепость. Можно говорить лишь о какой-либо специфической минерализации (рудной, борной, медной и т. д.), но не о минерализации вообще.

Подойдем иначе к определению минерала, отметив прежде одно очень важное свойство этого предмета исследования.

В природе все взаимосвязано. Каждое природное тело формируется под воздействием окружающих его тел и потому несет на себе следы этого воздействия. В основе данного явления лежит принцип отражения — всеобщего свойства материи, заключающегося в воспроизведении признаков, свойств и отношений отражаемого объекта, а также объективный закон всеобщей взаимосвязи явлений.

В применении к минералогии данный закон можно выразить

единой формулой: каждый минерал несет на себе следы своего генезиса. Эти следы многообразны. К ним, в частности, относятся: 1) негативные формы или отпечатки тех твердых минералов, которые когда-то взаимодействовали с ним, а потом исчезли, растворились; 2) всевозможные включения (твердые, жидкие и газообразные); 3) зональное строение; 4) примесь различных химических элементов; 5) остаточные физические свойства (магнитная «память», радиоактивные изотопы, электретные свойства и др.). Электретные свойства («электрическая память» в виде определенным образом ориентированных диполей) открыты недавно и уже привлекли внимание физиков. Геологам же они пока неизвестны. Возможны и другие свойства.

Сохранность следов неодинакова. Некоторые следы исчезли или оставили лишь следы следов, другие сохранились, но у одних минералов сохраняются одни следы, у других — другие. Поэтому принципиально важно знать историю каждого минерала, чего требует и сформулированный выше закон. Имея в виду сказанное, можно дать такое определение: минерал — неорганическое гомогенное вещество в виде твердого тела, несущего на себе следы своей геологической истории. Ни в лаборатории, ни на заводе минералы не рождаются. Так называемые искусственные минералы — на самом деле не минералы, а всего лишь их имитация или заменители, как, например, искусственная икра — имитация естественной икры, искусственная кожа — заменитель настоящей кожи. Природный минерал имеет способность «рассказывать» о своем геологическом прошлом. Он несет на себе следы *«своих» бывших «отношений»* с теми веществами, которые его окружали. Искусственные минералы тоже могут «рассказать» многое, но не о природных, а о социальных процессах: о работе ученых, которые их создавали, о тех лабораторных или заводских установках, в которых они синтезированы, и т. д.

В Геологическом словаре полезное ископаемое определено как «природное скопление минералов в земной коре, которое может быть использовано в народном хозяйстве», но слово «скопление» можно понимать двояко — как процесс сосредоточения и как его результат. На наш взгляд, полезным ископаемым правильнее называть минералы или их смесь, добываемые для нужд народного хозяйства. Смесь минералов содержится в горных породах, рудах, природных газах и т. д. Любой минерал и любая смесь минералов могут в определенных условиях быть как полезным ископаемым, так и «пустой породой». Например, глинистые минералы (или минералы, образующие глину) могут быть полезным ископаемым, сырьем, скажем, для производства кирпича, а могут быть и «пустой породой», как в тех случаях, когда глина лишь прикрывает другое полезное ископаемое,

в частности золотые россыпи. Конечно, и эту глину можно было бы использовать в промышленных целях (такая задача не снимается с повестки дня), но пока она в последней ситуации выступает «пустой породой».

Понятие полезного ископаемого обычно путают с понятием минерального сырья, но полезное ископаемое — понятие геологическое, а сырье — экономическое. Сырье служит для переработки и изготовления из него каких-либо изделий или для извлечения каких-то компонентов (золото, железо, графит и пр.). Полезное ископаемое может быть использовано в качестве сырья, а также в непереработанном виде (например, бутовый камень).

В Геологическом словаре месторождение определено так: «Месторождение (полезного ископаемого) — природное скопление полезного ископаемого, которое в количественном и качественном отношении может быть предметом промышленной разработки при данном состоянии техники и в данных экономических условиях (месторождение промышленное). Другие скопления, которые по своим данным могли бы разрабатываться лишь при изменившихся технико-экономических условиях, относятся к месторождениям непромышленным...»

В этом определении несколько логических ошибок. Укажем на одну из них. Исходя из приведенных выше цитат, можно считать, что месторождением полезного ископаемого в Геологическом словаре называется природное скопление природного же скопления частей земной коры. Это, конечно, нелепость, а получилась она вследствие того, что в словаре нарушен принцип когеренции\*, без которого ни один словарь вообще не может быть составлен правильно.

Наше определение таково: месторождение полезного ископаемого — геологическое тело, в котором имеется полезное ископаемое, пригодное (по запасам и качеству) для разработки в настоящее время или в обозримом будущем. Месторождения, пригодные в настоящее время, образуют класс промышленных месторождений, а пригодные для будущей разработки — класс непромышленных месторождений.

Под геологическим телом в этом определении понимается часть земной коры любого размера, отличающаяся по определенным признакам от окружающих частей. Примеры геологических тел — валун, жила, пласт, батолит, плита, платформа и др. Внутри каждого из них можно мысленно выделить и более мелкие геологические тела по каким-либо частным признакам.

Геологические тела не всегда имеют четкие границы. Иногда

\* Когеренция — от лат. *cohaerentia* — сцепление, связь.

мы проводим их условно, например по бортовому содержанию металла. Форма геологического тела может быть какой угодно — пластовой, линзовидной, штоковой, штокверковой, лентовидной и т. д. При этом геологическим телом может считаться как единичное тело, так и комплекс близко друг к другу расположенных тел в общем того же состава и сходного строения.

Квалификация месторождения как промышленного или не-промышленного зависит от величины содержания полезного ископаемого в нем, от местоположения тела и условий его разработки.

## *2. Системный анализ понятия «месторождение полезного ископаемого»*

Определив месторождение полезного ископаемого, мы можем представить его в виде системы.

По Ю. А. Урманцеву [14], для построения системы нужно знать основание системы  $A_i^{(0)}$ , отношение единства  $R_i^{(0)}$  и закон композиции  $Z_i^{(0)}$ . Для систем месторождений основание системы  $A_i^{(0)}$  можно сформулировать так: «Наличие полезного ископаемого в геологическом теле». Все геологические тела в Земле назовем универсумом  $M$ . По основанию  $A_i^{(0)}$  отберем те геологические тела, которые являются месторождениями полезных ископаемых. Это будет множество «первичных» элементов (компонентов) системы в виде множества месторождений  $\{M_i^{(0)}\}$ . Наложим на «первичные» элементы отношение единства  $R_i^{(0)}$ , под которым в данном случае понимается определенность количества и качества полезного ископаемого. Теперь можно сформулировать закон композиции  $Z_i^{(0)}$  системы, конкретизируя его по времени возможной разработки: месторождением является только такое геологическое тело с полезным ископаемым, которое пригодно для промышленной разработки в настоящее время или в обозримом будущем. Согласно этому закону, образуются два множества композиций  $\{M_i^{(1)}\}$ . Так, если  $Z_i^{(1a)}$  — пригодность к разработке в настоящее время, то получим  $\{M_i^{(1a)}\}$ , т. е. множество промышленных месторождений, если же  $Z_i^{(1b)}$  — пригодность к разработке в будущем, то получим  $\{M_i^{(1b)}\}$ , или множество непромышленных месторождений.

Закон композиции  $Z_i^{(1)}$  можно конкретизировать не только по времени возможной разработки, как это сделано выше, но и по областям применения полезного ископаемого, в результате чего получим множество месторождений металлургического, цемент-

ного сырья и т. д. Возможны и другие композиции, в частности по таким параметрам, как 1) генезис; 2) возраст; 3) минеральный состав; 4) обогатимость руды; 5) географическое положение; 6) глубина залегания; 7) обводненность; 8) степень окисленности руды; 9) форма геологических тел; 10) качество сырья и т. д. Подобные композиции можно вывести из нашего определения месторождения. Все дело в способе конкретизации закона композиции.

Таким образом, множество объектов, построенное при данных  $A_i$ ,  $R_i$  и  $Z_i$ , является системой, которая содержит подсистемы  $S_i = M_i = \{M_i^{(0)}, M_i^{(1)}, M_i^{(2)}, \dots, M_i^{(S+1)}\}$ .

Здесь  $S_i$  — система подсистем, а  $M_i$  — множество подмножеств.

Если мы не можем задать значения  $A_i$ ,  $R_i$  и  $Z_i$ , т. е. не можем представить предмет как единство его частей (компонентов или элементов) и найти закон их композиции или — иначе — структуру объекта, то он останется для нас не системой, а простым объектом. Но если представить объект как системное единство, то он окажется несколькими разными системами одновременно. Так, совокупность промышленных месторождений будет системой гидротермальных и в то же время варисцийских, и баритокальцитовых, и алтайских, и многих других месторождений.

Чтобы получить интересующую нас систему, необходимо уточнить закон композиции  $Z_i$ . Не всякая система задана природой [26], т. е. объективна. Некоторые виды систем мы создаем чисто умозрительным путем, но не может быть систем без специфически системных, интегративных, или эмерджентных, свойств\*. Это такие свойства, которых нет у каждого элемента системы в отдельности, но есть у нее в целом. Так, германий и марганец немагнитны, а их сплав (в определенной пропорции) магнитен. Здесь магнитность — эмерджентное свойство.

Эмерджентным свойством системы месторождений полезных ископаемых можно считать способность их служить основанием для предсказания новых типов месторождений. Например, по минералам, входящим в молибденовое рудное тело, можно предсказать открытие ранее неизвестных типов тел (молибденово-вольфрамо-медных). Или по составным частям каменного угля можно предсказать открытие различных типов угля (томит и др.).

Иногда в литературе предмет исследования предстает как

\* Эмерджентный — от англ. emergent — внезапно возникающий и от лат. emerge — появляюсь, возникаю. Эмерджентным называется свойство целого, отсутствующее у каждой из его частей.

«неполная система», но это, строго говоря, не система. Каждая подлинная система должна быть полной в соответствии со «своим» законом композиции. Системы классов, предлагаемых той или иной классификацией, должны говорить и о том, что уже открыто, и о неизвестных, но возможных классах [15]. Проиллюстрируем это положение на примере двух систем — материальной и концептуальной.

*Первый пример.* В. Т. Покалов [10] классифицирует эндогенные месторождения молибдена по «тектоно-магматическому», а фактически по элементному составу. Он выделил классы: медно-молибденовый, молибденовый и вольфрамо-молибденовый, но в Хакасии (район Туима) есть медно-вольфрамо-молибденовые месторождения с небольшими запасами металлов.

*Второй пример.* Ю. А. Косыгин и В. А. Соловьев описали три системы в геологии: статическую, динамическую и ретроспективную [23, С. 35—36], но если руководствоваться принятыми ими основаниями выделения этих систем (механическим и временным), то следовало бы к названным добавить еще кинематическую, актуальную (современную), проспективную, статически-ретроспективную, статически-актуальную, статически-проспективную, кинематически-ретроспективную, кинематически-актуальную, кинематически-проспективную, динамически-ретроспективную, динамически-актуальную, динамически-проспективную геологические системы. Кроме того, можно было бы выделить их изомеры.

### *3. Математизация геологии и системное знание*

Перейдем теперь к построению единой концептуальной системы математизированной геологии\*. Математизация геологии началась в 1899 г. в результате применения стихийно-вероятностного подхода к решению отдельных практических задач методики разведки, затем она была распространена на петрографию, палеонтологию и другие науки. Лишь в 1965 г. вышло в свет общее руководство по математизации геологии «Применение математической статистики в геологии» [17]. Это курс лекций, прочитанных нами в 1950—1952 гг. в Донецком индустриальном институте. В нем описаны классы геологических задач, решенных с помощью математической статистики, причем особое внимание обращено на теорию качественных признаков и ее использование в поисках месторождений.

\* Обычно совокупность исследований по математизации геологии называют статистической или математической геологией. Понятие «математизированная геология» представляется более удачным.

В 1967 г. был сделан еще один шаг в интересующей нас области — вышла в свет книга «Геология и математика», посвященная связи геологии с теорией множеств [5]. В книге предложена оригинальная теория классификации, связанная с формализацией основных понятий геологии. В 1971 г. во 2-м, переработанном издании нашей книги [19] была поставлена задача — создать новую (вероятностную) концепцию геологических процессов. При этом математизация геологии рассматривалась как предпосылка создания метагеологии — науки о структуре и методах геологии — и вообще как важное направление развития знаний о земной коре [19. С. 215, 6].

В 1973 г. системно-кибернетический подход позволил осуществить математизацию геологии [7] и геоморфологии [20]. В 1974 г. в книге «Стратиграфия и математика» [12] были высказаны новые, весьма ценные идеи в области математизации стратиграфии. В 1977 г. появилось первое, составленное нами руководство по логизации геологии — «Логический анализ некоторых проблем геологии» [23]. При этом логизация рассматривалась как обобщение опыта математизации. В книге изложены три теории: системного анализа, классификации, определений. В том же году вышли в свет интересные работы по методологии геологии В. В. Грузы [6] и по логико-математическому исследованию строения геологических тел Ф. А. Усманова [16]. В 1978 г. была издана книга «Методы теоретической геологии» [9] о связи теоретической геологии с метагеологией. Есть и другие интересные работы по математизации геологии, но в них нет достаточно точного определения этого научного направления. Так, А. Б. Вистелиус под математической геологией понимает научную дисциплину, занимающуюся математическим моделированием геологических процессов [2. С. 11]. По поводу этого определения можно сделать такое замечание: математизации подвергаются данные не только о процессах, но главным образом о геологических телах. Геолог-разведчик, например, исследует именно геологические тела — их положение, взаимодействие, строение, состав. Что же касается процессов, то они протекали в далеком прошлом. О них геолог лишь строит гипотезы.

Мы полагаем, что математизация геологии — это создание геологического знания благодаря использованию математических и логических методов. Конкретный предмет исследования идеализируется, затем осуществляются операции синтеза, моделирования и формализации. Благодаря математизации становится возможным обогатить геологию идеями общей теории систем, а также кибернетики, информатики, системотехники.

Последовательность операций системного анализа любого



предмета исследования (в нашем случае — математизированной геологии) такова:

I. Выяснение полного набора элементов в системе.

II. Нахождение системообразующего отношения  $R_i$  и закона композиции  $Z_i$ .

III. Открытие эмерджентного свойства системы, которое, на наш взгляд, делает систему системой.

В систему научного знания входят интуитивное и дискурсивное знания [12]. Первое — это открытие чего-либо нового без непосредственно предшествующих фактов, т. е. доэмпирическое знание, создаваемое силой ума. Нельзя сказать, что факты в таком случае не имеют никакого значения. Они играют важную, но очень специфическую роль. Луи Де-Бройль определил интуицию как внезапное озарение мысли. К такому «озарению» способен далеко не всякий интеллект. В интуиции неожиданно проявляется весь предшествующий опыт ученого, хотя эмпирического материала, относящегося к данному исследованию, очень мало или совсем нет. Интуитивное знание кристаллизуется в виде определения предмета исследования, формулировки проблемы, руководящей идеи и т. д.

В противоположность интуитивному дискурсивное знание логически выводится из фактов. Оно бывает предметным и методическим, а предметное делится на эмпирическое и теоретическое. Эмпирическое знание — это систематизированные научные факты, а теоретическое — гипотезы, теории, законы, прогнозы и другие «элементы» [подробнее об этом см.: 22].

Методическое знание содержит и определение предмета исследования, и проведение экспериментов, наблюдений, и описание, и объяснение и т. д. Представляя знание в виде системы, мы задаемся правилом логической дизъюнкции. По этому правилу любой фигурирующий в науке предмет, как материальный, так и нематериальный, непременно является каким-либо одним, и только одним, элементом системы — или интуицией (и), или фактом (ф), или теоретическим построением (т), или, наконец, методическим знанием (м).

Названные элементы (и, ф, т, м) должны составлять систему исследований по математизации геологии, но составляют ли они эту систему в действительности? Нами учтено более 10 тыс. статей и сотни книг по математизации геологии, изданных на 30 языках с 1899 по 1979 г. В них встречаются все указанные выше компоненты знания поодиночке или в различных соединениях (размещениях, сочетаниях и перестановках), но нет ни одного исследования, где фигурировали бы все четыре компонента во взаимосвязи. Такую работу еще предстоит проделать ученым. Степень совершенства каждого компонента знания

в разных работах неодинакова. В большинстве случаев сравнительно хорошо оформлены научные факты (данные о пробах руды, о замерах мощности пластов и пр.), но совершенно неудовлетворительны теоретические конструкции.

Размещения, сочетания и перестановки компонентов можно рассматривать как полиморфизм, одни только перестановки — как изомерию, т. е. частный случай полиморфизма [13]. При этом на первое место в соединении мы ставим тот компонент, который лучше всего исследован или является исходным, а на последнее — наименее исследованный или заключительный.

Если первый компонент в том или ином соединении условно назвать «входом» в систему, а последний — «выходом», то можно исследовать разные пути формирования знания. Считая, например, выход целью конкретного исследования, можно заметить, что одни работы имеют целью правильное определение предмета и постановку проблемы, выдвижение новых идей, которые потом можно проверить эмпирическим путем (это компонент «и»); другие — классификацию и описание эмпирического материала, составление сводки данных, характеристику рудного тела, района съемки, тектоники области и пр., а также поиск новых фактов в виде новых месторождений, новых минералов и т. д. (компонент «ф»); третьи — разработку новых, более эффективных методов геологической съемки, поисков, разведки, документации, диагностики, ретрогностики, прогнозтики, разработку способов учета ошибок, методов построения теоретических конструкций, создание специфического языка и т. д. (компонент «м») и, наконец, четвертые — проверку старой или разработку новой гипотезы, создание теории, концепции, открытие или переосмысление закона, предсказание землетрясения, вулканического извержения, селя, составление прогнозной (эвристической) карты полезных ископаемых и т. д. (компонент «т»).

Литература по тем или иным проблемам математизации геологии весьма обширна, а мы проанализируем лишь отдельные, наиболее интересные работы.

В математизированной геологии в целом каждый компонент знания так или иначе связан с другими компонентами. Правда, эта связь слабая, а в развитой науке она должна быть сильной (поскольку все компоненты находятся друг с другом в отношении единства). Они связаны в единое целое, как атомы в молекуле.

Какой из этих «атомов» считать первым, или исходным, а какой — последним, заключительным, решить нелегко. Лишь с известной долей условности можно выявить последовательность компонентов в структуре знания (математизированной геологии).

В массе имеющихся к настоящему времени исследований по математизации геологии (если их считать за одно целое) есть работы, в которых содержатся либо интуитивные знания, либо факты, либо рассматриваются методы, либо представлена теория. Есть работы, дающие однокомпонентное знание (или «и», или «ф», или «м», или «т», но чаще всего «м»). Очень многие работы представляют собой двухкомпонентное знание («иф», «им», «ит», «фт», «фм», «мт», а также их изомеры: «фи», «ми», «ти», «мф», «тф», «тм»). Изредка встречаются труды, содержащие трехкомпонентное знание («ифт», «итм», «тим», «тми», «мит», «мти»), но нет ни одной работы, в которой были бы все четыре компонента сразу, т. е. фактически имеются лишь «неполные системы» математизации геологии. Даже в самых лучших работах в данной области (в трехкомпонентных системах) чего-то нет — или определения предмета исследования и формулировки проблемы, или эмпирического материала (фактов), или описаний методов, или, наконец, теоретических построений.

Главным в научном знании мы считаем теорию как достаточно полную, внутренне непротиворечивую систему новых логически истинных идей вообще и номологических парадигм в особенности, т. е. систему, обладающую описательной, объяснительной, эвристической, прагматической, прогностической и эротематической способностями. Каждая теория должна отвечать требованиям полноты, непротиворечивости, новизны, эффективности и доказуемости. Но именно этого компонента («т») нет в огромном большинстве исследований по математизации геологии. В редких работах есть лишь наброски теории, причем это обычно математико-физические и математико-химические, а не математико-геологические теории.

Итак, мы выяснили элементы интересующей нас системы — «и», «ф», «м», «т».

Переходим ко второй операции системного анализа. Нам предстоит выяснить системообразующее отношение  $R_i$  и закон композиции  $Z_i$ .

Системообразующим отношением является *связь между элементами, делающая их совокупность системой*. Законом композиции в математизированной геологии мы считаем тот или иной метод математики. Ведь математические методы составляют основу и геометрии, и алгебры, и других областей математики (естественно, в каждой из них свой метод). Соответственно этому математизированную геологию как систему логично подразделить на геометрическую, алгебраическую, статистическую, кибернетическую и другие геологии [18. С. 145].

Рассмотрим с этих позиций считающиеся лучшими труды по математизированной геологии.

В книге «Основы прикладной геостатистики» [8] Ж. Матерон предложил математическую (функциональную) модель изменчивости месторождений и способы использования этой модели для опробования и подсчета запасов полезных ископаемых. Интуитивное знание в этой работе подразумевается, но не формулируется. Нет вербального (словесного) определения изменчивости. Научные факты имеются, но их очень мало, и представлены они в абстрактном (математическом) виде. Главное внимание уделено методам построения математической модели изменчивости (методам Мак-Лорена, Де-Вийса и др.). Теоретические построения здесь тоже математические, слабо привязанные к геологии. Никакие законы геологии не упоминаются. В целом данная работа стоит ближе к математике, чем к геологии. В ней ясно виден только один элемент — «м».

В. Н. Бондаренко предложил [1] статистические методы «расчленения, сравнения и прослеживания геологических единиц, состоящих из лавовых потоков» на Дальнем Востоке (где именно — не сказано). Интуитивное знание в его работе лишь подразумевается. Предмет исследования не определен, так как «единицы», о которых говорится при постановке задачи исследования, неясны (то ли это геологические тела и их совокупности, то ли их математические модели). К тому же если та или иная «единица» состоит из других «единиц» (из лавовых потоков), то она уже не единица, а сумма единиц. Проблема исследования тоже неясна. В книге есть подбор статистических методов расчленения и сравнения каких-то единиц, но методы прослеживания (например, пластов) совсем отсутствуют. Зато приводится ретросказание об «исходных продуктах»\* этих единиц, о «типах исходной магмы», о числе и месте нахождения очагов вулканизма.

Фактический материал дан в статистически обобщенном виде, но эти обобщения не поддаются проверке. Нет карты района работы. В тексте лишь мимоходом упоминаются вулканы Эбеко, Ветровой, Богдановича, Вернадского и Авача.

Методы исследования заимствованы из математической статистики. Это в основном аппроксимация\*\* эмпирического рас-

\* Понятие исходного продукта представляется абсурдным. Всякий *продукт* есть нечто производное, следствие чего-то. Если же нечто есть исходное, то оно не продукт, а производитель продукта. Исходными могут быть породы, магма, процессы и т. п. Если же мы хотим употребить слово «продукт», то непременно должны добавить — продукт чего (продукт дифференциации магмы, осадконакопления, выветривания и т. д.).

\*\* От лат. *approximare* — приближаться. В математике аппроксимация — приближенное выражение каких-либо величин через другие, более простые величины.

пределения содержания того или иного химического элемента в породе по какому-либо теоретическому закону и проверка связанных с этим 205 статистических гипотез. Осуществляемая проверка имеет математический, а не логический характер. Однако известно, что та или иная гипотеза может быть правильной в математическом отношении, но ошибочной по существу. Относительно законов распределения следует заметить, что автор останавливается на нормальном, логарифмически-нормальном и пуассоновском законах, хотя любое эмпирическое распределение можно аппроксимировать чуть ли не сотней разных законов, и в этом отношении хорош обобщающий закон Вейбулла [18], вариантами которого являются как названные выше три закона, так и многие другие.

В книге использованы и методы корреляционного анализа содержания химических элементов в породе. Но этот анализ осуществлен, на наш взгляд, логически неправильно. Вывод о том, что в качестве геохимического показателя степени дифференцированности вулканогенных компонентов может быть использован коэффициент линейной корреляции содержания стронция в породе, представляется ошибочным. Число проб, по которым этот коэффициент в разных случаях вычислялся, очень мало (от 7 до 29, в среднем 13). Как отбирались пробы — не известно. Коэффициент же получился в пяти случаях положительным (от 0,5 до 0,76) и в семи отрицательным (от 0,06 до 0,94).

Теоретический компонент знания («т») в книге В. Н. Бондаренко отсутствует. В работе не упоминается ни один геологический закон (хотя без закона нет и не может быть теории, верных прогнозов и т. д.). Есть попытки дать объяснение некоторых феноменов. Так, «петрохимические особенности лав вулканов» объясняются деятельностью вулканических очагов на какой-то «периферии», однако существование этих очагов сам автор ставит под сомнение. Это означает, что допущена логическая ошибка *ignotum per ignotus* (объяснение неизвестного через неизвестное).

В работе есть и другие логические ошибки. Так, автор говорит об «одинаковых особенностях» двух лав. Но особенности на то и особенности, чтобы не быть одинаковыми. Одинаковым может быть общее, но не особенное. Таким образом, в книге [1] есть только два компонента знания — «м» и «ф».

Книга Д. А. Родионова [11] посвящена созданию статистического метода расчленения геологического тела (свит пластов, интрузивов; месторождений). Этот метод должен помочь так расчленить геологическое тело на части, чтобы различие между ними, определяемое по набору признаков, было не меньше

некоторой произвольно принимаемой величины. Совершенно очевидно, что данная задача может иметь неопределенное множество решений. Булку, например, можно разрезать на любое число кусков, причем в одних случаях эти куски могут быть одинаковыми по форме и размерам, а в других — разными.

Чтобы избавиться от подобной неопределенности, автор [11], допускает некоторые ограничения, касающиеся выбора признаков, «удельного веса» каждого из них в их совокупности, нормы различий и т. д., но этого, по нашему мнению, недостаточно. Неопределенность остается, так как речь идет не о реальных, а о воображаемых границах между частями геологического тела. Каждый способ расчленения может быть хорош для одной цели или для одних условий, но плох для другой цели или для других условий. Однако данный вопрос Д. А. Родионов не затрагивает. Решение сформулированной выше задачи (создание статистического метода расчленения геологического тела) основано на статистической проверке некоторых гипотез, логическая же их проверка отсутствует. Между тем известно, что математика, какой бы логичной она ни была, не может заменить логику.

В книге есть три компонента научного знания («м», «и», «ф»), но это все-таки математические, лишь слегка «геологизированные» компоненты. Один из них, интуиция («и»), фигурирует в виде «интуитивной постановки задачи», недостаточно ясной, так как нет вербального определения основных для данной работы терминов: «геологическая граница», «участок стабильности», «главная комбинация признаков» и др. Некоторые термины хотя и определены, но сами определения недостаточно ясны. Так, информативность комбинации признаков определяется почему-то через средние значения последних. Другой компонент, факты («ф»), представлен в математически общей форме. Это данные о микрофауне в породе, о содержании химических элементов в пробе и т. д. Подобной неясности можно было бы избежать, если бы к книге были приложены геологические карты исследованных районов. Третий компонент — статистические методы («м»). В этой части работы интересен новый критерий различия совокупностей проб, замеров, анализов и т. д., обозначенный буквой «v», но, как замечает сам автор, теория оценки этого критерия еще не создана. Четвертый компонент, теория («т»), отсутствует. Правда, есть ее «зачатки» в виде статистических гипотез, но они не проверены логически.

Во всех рассмотренных выше работах отсутствует третья операция, т. е. выявление эмерджентного свойства. Вот почему на основании этих работ невозможно делать реалистические прогнозы относительно открытия новых типов геологических тел. Но без третьей операции системный анализ оказывается непол-

ноценным. По нашему мнению, эмерджентным свойством математизированной геологии является способность этой отрасли знания служить основанием для точных прогнозов.

\* \* \*

Мы описали операции создания систем (по Ю. А. Урманцеву) и проиллюстрировали их на примере двух систем в геологии. Одна система — материальная (месторождения полезных ископаемых), другая — концептуальная (математизация геологии). В связи с этим сформулировали новый закон («каждый минерал несет на себе следы своего геологического прошлого»), дали новые определения минерала, месторождения, математизированной геологии и других предметов исследования, а также системную характеристику математизированной геологии на ее относительно лучших образцах.

Таким образом, ОТС Ю. А. Урманцева позволяет геологам предсказывать открытие новых типов месторождений, давать более точные определения предмета исследования, строить более полные системы геологических тел.

## *Глава 6*

### *ТЕОРИЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ (К СОГЛАСОВАНИЮ СИСТЕМНОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИН МИРА)*

Успехи современного естествознания тесно связаны с развитием физической и системной картин мира. Важнейшей физической моделью мира является четырехмерное пространственно-временное многообразие. Системная картина мира обычно представляется в виде естественной иерархии систем, причем как физических, так и нефизических. Обе картины мира в известной мере дополняют друг друга, но не являются достаточно согласованными.

В предлагаемой здесь теории обсуждается возможный вариант такого согласования. С этой целью конструируется математический аппарат иерархических пространств, раздельно определяемых как иерархические пространства I порядка (далее — иерархические I-пространства) и иерархические пространства II порядка (далее — иерархические II-пространства). На его основе развиваются представления о специфической структуре мировых точек (элементарных событий) пространственно-временного многообразия. Вводимый математический аппарат имеет и вполне самостоятельное значение. Будучи применен к ана-

лизу природных и искусственных иерархических структур, он выступает как унифицированный метод математического моделирования последних. В особой части главы раскрывается тесная связь вводимого математического аппарата с центральным предложением ОТС Ю. А. Урманцева [24].

Представления о структуре мировых точек также имеют самостоятельное применение. Фактическим следствием этих представлений является разработанный в рамках предлагаемой теории новый подход к проблемам трехмерности физического пространства, энантиоморфизма материальных объектов (т. е. их проявления в виде зеркально-симметричных антиподов) и асимметрии времени.

## *1. Математический аппарат теории иерархических I-пространств*

Разработка математического аппарата (формализма) иерархических I-пространств вызвана потребностями создания математических средств детализации системной картины мира, основы которой заложены Л. фон Берталанфи [3]. При этом мир мыслится как единство всей — физической и нефизической — реальности. Каждая часть мира представляется в виде особой системы принадлежащих этой части свойств (свойств-элементов). На такую систему накладываются два аксиоматических условия, позволяющие характеризовать тот естественный порядок, в котором находятся доступные нашему восприятию свойства мира: 1) каждый элемент системы служит свойством (подсвойством), вообще говоря, другого элемента или свойством связи между элементами той же системы. Кроме того, требуется, чтобы всякий элемент и связь обладали свойством, также являющимся элементом этой системы; 2) допускается возможность естественного, но относительного разделения всех действующих в системе связей на внешние и внутренние.

Требования, содержащиеся в условиях, отвечают некоторым вырожденным или невырожденным переходам внутри самой системы. Так, если переход от связи к свойствам данной связи, представляющим элементы рассматриваемой системы, позволяет получить новую информацию о внутренней природе (сущности) этой связи, то указанный переход считается невырожденным. В противном случае используется понятие вырожденного перехода, необходимое для охвата теорией тех или иных логически мыслимых структур мира\*.

\* При этом подсвойствам свойства и свойствам связи можно дать сугубо формальные определения, полагая подсвойством свойства само данное свойство, а свойством связи — ее свойство-компоненту.



Опыт показывает, однако, что *реальные структурные взаимоотношения в мире характеризуются возможностью замены вырожденных переходов в одной системе на соответствующие невырожденные переходы в другой*. Указанное обстоятельство в известном смысле позволяет говорить об адекватности описания иерархическими I-пространствами структуры мира. Отметим, что каждое такое пространство моделирует некоторую систему охарактеризованного выше вида, перейдем к последовательному изложению развиваемого нами математического аппарата.

Пусть  $P$  есть множество всех свойств-элементов моделируемой системы (части мира), а  $R$  — объединение некоторых отношений, заданных на  $P$  и необходимых для описания реальной структуры этой системы. Иначе говоря, объединение  $R$  составлено из определенных векторов (связей), задаваемых компонентами, т. е. свойствами-элементами из  $P$ , и видом порядка их следования в векторе.

Рассмотрим ансамбль  $A = P \cup R$ . Каждый элемент  $a$  из  $A$  охарактеризуем множествами  $P_a \subset P$  и  $R_a \subset R$ . Множество  $P_a$  есть совокупность всех свойств, принадлежащих  $P$  и являющихся свойствами элемента  $a$ . Множество  $R_a$  есть совокупность всех связей, принадлежащих  $R$  и составленных только из элементов множества  $P_a$ . Относительно введенных множеств предположим выполненными следующие аксиоматические условия: (1) для любого  $a \in A$  множество  $P_a$  не пусто, и для произвольно фиксированного свойства  $p \in P$  существует такой элемент  $a' \in A$ , что  $p \in P_{a'}$ ; (2) для любого  $a \in A$  и всякого  $p \in P_a$  существует связь  $g_+ \in R_a$  и связь  $g_- \notin R_a$ , каждая из которых имеет свойство  $p$  своей компонентой.

При этом  $g_+$  назовем внутренней, а  $g_-$  — внешней связью свойства  $p$  относительно соответствующего элемента  $a$ . Далее пусть  $R_p^a$  есть множество всех внутренних, а  $R_a^p$  — множество всех внешних связей произвольного свойства  $p$  относительно такого элемента  $a$  из  $A$ , что  $p \in P_a$ .

*Основное определение.* На ансамбле  $A$  иерархическим I-пространством  $SA$  называется объединение всех семейств вида

$$S_a = \bigcup_{p \in P_a} \{ \{p, g_+, g_-\} : g_+ \in R_p^a, g_- \in R_a^p \},$$

где  $a$  пробегает всевозможные значения из ансамбля  $A$ . Каждый элемент  $\{p, g_+, g_-\} \in SA$  называется точкой данного пространства.

Построение семейства  $SA$  отвечает определению системы по Ю. А. Урманцеву [18]. Множеством «первичных» элементов

здесь служит  $P$ , множеством связей —  $R$ , а законом композиции — правило построения из элементов ансамбля  $A$  пространства  $SA$ , базирующееся на использовании условий (1) и (2). Сказанное позволяет показать, что достаточным основанием для выделения именно данного, а не иного вида точек пространства  $SA$  служит конкретизация трех фундаментальных параметров абстрактной системы (трихотомии): «первичного» элемента — связи — закона композиции.

Рассмотрим основные характеристики иерархических  $I$ -пространств.

*Предложение 1.* Объединение произвольных иерархических  $I$ -пространств есть иерархическое  $I$ -пространство.

Следовательно, существует и единственное иерархическое пространство (назовем его  $I$ -пространством-универсумом), равное объединению всех иерархических  $I$ -пространств. При выполнении некоторых формальных соглашений можно показать, что любое свойство мира принадлежит определенной точке иерархического  $I$ -пространства-универсума. Сказанное позволяет трактовать данное пространство как системно-структурную модель мира, в которой каждая часть мира представлена самостоятельным иерархическим  $I$ -пространством.

*Предложение 2.* Пусть  $s = \{\dot{p}, \dot{r}_+, \dot{r}_-\}$  — произвольно фиксированная точка иерархического  $I$ -пространства  $SA$ . Тогда существует только три многозначных отображения —  $E_1, E_2, E_3$ , каждое из которых имеет область определения пространство  $SA$  и переводит его в себя так, что

$$E_1(\dot{s}) = S\dot{p}, \quad E_2(\dot{s}) = S\dot{r}_+, \quad E_3(\dot{s}) = S\dot{r}_-.$$

Любое из отображений  $E_1, E_2, E_3$  назовем оператором развертки, характеризуя каждый из них неформальным признаком вырожденности или невырожденности в точке  $\dot{s}$ . Будем считать, что оператор  $E_1$  не вырожден в  $\dot{s}$ , если семейство (позиция)  $S\dot{p}$  содержит ненулевую информацию о внутренней природе свойства  $\dot{p}$ , т. е. указанная позиция по определению заполнена. В противном случае оператор  $E_1$  считаем вырожденным в  $\dot{s}$ , а позицию  $S\dot{p}$  — незаполненную (пустую). Аналогично этому понимается вырожденность или невырожденность в  $\dot{s}$  операторов  $E_2$  и  $E_3$ , а также заполненность или незаполненность позиций  $S\dot{r}_+$  и  $S\dot{r}_-$ . При этом речь может идти о внутренней природе реальных связей, моделируемых соответственно векторами  $\dot{r}_+$  и  $\dot{r}_-$ . Введенные характеристики позволяют рассматривать иерархические  $I$ -пространства как специальные информационно-структурные модели внешнего мира — *фреймы*, связанные

с описанием системы неких позиций с точки зрения заполненности или незаполненности их информацией заранее заданного вида и имеющие большое значение в кибернетических концепциях представления знаний и искусственного интеллекта [17].

*Предложение 3.* Иерархическое I-пространство SA равно объединению всех элементов произвольного члена рекуррентной последовательности  $\{B_n(SA)\}$ , в которой

$$B_n(SA) = \begin{cases} \{SA\}, & \text{если } n=0, \\ \{E_{i_n}(S_{n-1}) : S_{n-1} \in B_{n-1}(SA), i_n \in \{1, 2, 3\}\}, & \\ \text{если } n \in \{1, 2, \dots\}, \end{cases}$$

где  $E_{i_n}(S_{n-1})$  есть область значений сужения соответствующего оператора развертки  $E_{i_n}$  на семействе  $S_{n-1}$ .

Согласно содержательным основаниям развиваемого математического аппарата, установленная характеристика трактуется как математическое выражение особой *трихотомически-иерархической структуры* мира. Данная структура обусловлена возможностью иерархического расчленения не только свойств мира, но и связей этих свойств с учетом сопутствующего такому членению разделения связей на внешние и внутренние. Естественно также считать, что представление рассматриваемой структуры иерархическими I-пространствами может быть в различной степени вырождено в зависимости от характера вырождения операторов разверток в точках наших пространств.

В частности, если в каждой точке иерархического I-пространства любой оператор развертки вырожден, то оно описывает неиерархическую (одноуровневую) структуру, и, напротив, если хотя бы в одной точке данного пространства оператор развертки невырожден, оно описывает многоуровневую иерархическую структуру. При этом применение иерархических I-пространств не только выступает как унифицированный метод моделирования иерархических структур, но и позволяет теоретически предсказывать новые виды таких структур, что существенно расширяет эвристические возможности теории иерархических систем, основанной М. Месаровичем и др. [14].

Далее, пусть  $\dot{s} = \{\dot{p}, \dot{r}_+, \dot{r}_-\}$  — произвольно фиксированная точка пространства SA. Для всех точек  $s \in SA$ , и только для них, положим

$$\begin{aligned} t_1(\dot{s}) &= \{s, \dot{s} : s = \dot{s}\}, \quad t_2(\dot{s}) = \{s, \dot{s} : s \cap \dot{s} = \{\dot{p}\}\}, \\ t_3(\dot{s}) &= \{s, \dot{s} : s \cap \dot{s} = \{\dot{r}_+, \dot{r}_-\}\}, \quad t_4(\dot{s}) = \{s, \dot{s} : s \cap \dot{s} = \{\dot{r}_+\}\}, \\ t_5(\dot{s}) &= \{s, \dot{s} : s \cap \dot{s} = \{\dot{p}, \dot{r}_-\}\}, \quad t_6(\dot{s}) = \{s, \dot{s} : s \cap \dot{s} = \{\dot{r}_-\}\}, \\ t_7(\dot{s}) &= \{s, \dot{s} : s \cap \dot{s} = \{\dot{p}, \dot{r}_+\}\}, \quad t_8(\dot{s}) = \{s, \dot{s} : s \cap \dot{s} = \emptyset\}, \end{aligned}$$

причем ясно, что совокупность  $\{t_j(\dot{s}) : j \in \{1, 2, \dots, 8\}\}$  есть разбиение пространства  $SA$ . Для каждого фиксированного  $j \in \{1, 2, \dots, 8\}$  рассмотрим семейство  $T_j S$ , состоящее из всех тех, и только тех, подмножеств пространства  $SA$ , которые вместе с каждой своей точкой  $s$  содержат соответствующее множество  $t_j(s)$ . Тогда справедливо следующее.

*Предложение 4.* Для каждого фиксированного  $j \in \{1, 2, \dots, 7\}$  семейство  $T_j S$  есть топология в иерархическом  $I$ -пространстве  $SA$  и при  $j=1, 2$  ее базой служит множество  $\{t_j(s) : s \in SA\}$ . Семейство  $T_8 S$  в общем случае не является топологией в  $SA$ .

Непосредственно проверяется, что пространство  $SA$  с топологией  $T_j S$  нормально (по определению из работы [11]) при любых  $j \in \{1, 2, \dots, 7\}$  и всегда хаусдорфово лишь при  $j=1$ .

Анализ указанной характеристики иерархических  $I$ -пространств приводит к ее трактовке как математического выражения особой *топологической структуры мира*. Эта структура обусловлена различными формами взаимной близости, возможными между свойствами мира при условии, что каждое свойство принимает участие по крайней мере в одной внешней и одной внутренней связи. Важные связи между топологической и трихотомически-иерархической структурой мира фиксируются формулами из следующего утверждения.

*Предложение 5.* Пусть для произвольно фиксированных  $i \in \{1, 2, 3\}$  и точки  $\dot{s}$  иерархического  $I$ -пространства  $SA$  множество  $E_i$  есть область значений сужения многозначного отображения  $E_i^{-1}$ , т. е. соответствия обратного к  $E_i$ , на семействе  $E_i(\dot{s})$ .

Тогда

$$\bigcap_{i=1}^3 E_i = t_1(\dot{s})$$

$$E_1 \setminus ((E_2 \cup E_3) \cap E_1) = t_2(\dot{s}), \quad (E_1 \cap E_3) \setminus \bigcap_{i=1}^3 E_i = t_5(\dot{s}),$$

$$(E_2 \cap E_3) \setminus \bigcap_{i=1}^3 E_i = t_3(\dot{s}), \quad E_3 \setminus ((E_1 \cup E_2) \cap E_3) = t_6(\dot{s}),$$

$$E_2 \setminus ((E_1 \cup E_3) \cap E_2) = t_4(\dot{s}), \quad (E_1 \cap E_2) \setminus \bigcap_{i=1}^3 E_i = t_7(\dot{s}).$$

Дальнейшая разработка развиваемого здесь формализма диктуется необходимостью математического выражения событий, происходящих в мире, моделируемом иерархическим  $I$ -пространством-универсумом. Эти события предлагается описывать

в терминах отображений вида  $\varphi: t_1(s) \rightarrow t_1(s')$ , где точки  $s, s'$  принадлежат, вообще говоря, разным топологическим иерархическим пространствам. Точнее, отображение вида  $\varphi$  назовем простым событием в окрестности  $t_1(s)$ , полагая, по определению, сложным событием в данной окрестности произвольное объединение простых событий в  $t_1(s)$ . Таким образом, специальными примерами сложных событий оказываются соответствующие сужения операторов развертки.

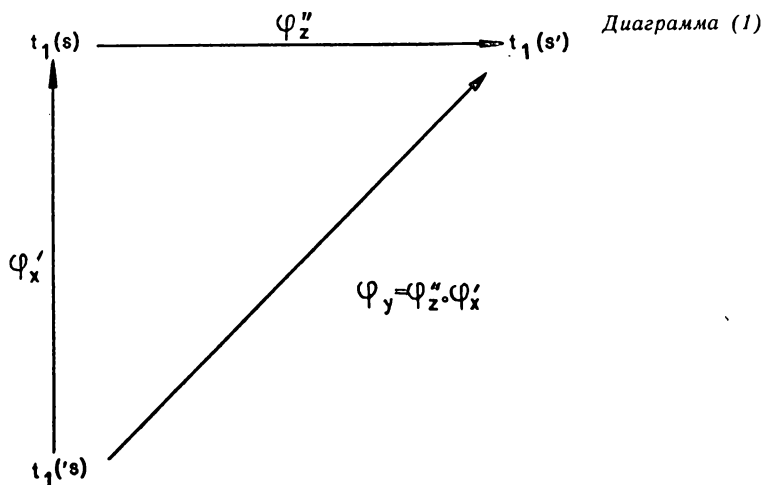
Рассмотрим произвольно фиксированное простое событие  $\varphi$  в окрестности  $t_1(s)$  точки  $s = \{p, r_+, r_-\}$  с областью значений в окрестности  $t_1(s')$  точки  $s' = \{p', r'_+, r'_-\}$ . Для симметричности обозначений положим, что  $P = \{p\}$ ,  $R = \{r_+, r_-\}$ ,  $P' = \{p'\}$ ,  $R' = \{r'_+, r'_-\}$ , а  $Q, Q'$  есть мощность множества всех попарно различных (но, разумеется, идентичных) свойств из объединения всевозможных точек окрестности  $t_1(s)$  и  $t_1(s')$  соответственно. Видно, что событие  $\varphi$  подчиняется одному, и только одному, из следующих условий:

- e)  $P = P', Q = Q', R = R', pqr) P \neq P', Q \neq Q', R \neq R'$ ,
- p)  $P \neq P', Q = Q', R = R', qr) P = P', Q \neq Q', R \neq R'$ ,
- q)  $P = P', Q \neq Q', R = R', pr) P \neq P', Q = Q', R \neq R'$ ,
- r)  $P = P', Q = Q', R \neq R', pq) P \neq P', Q \neq Q', R = R'$ .

Перечисленные условия системно-изоморфны видам системных преобразований центрального предложения ОТС Ю. А. Урманцева [24]. Первое условие было сформулировано нами. В указанной ОТС приведена серьезная конкретно-научная аргументация выделения именно этих, а не иных видов системных преобразований для общей характеристики существующих в мире процессов и явлений [18, 24]: В рамках же предложенного ниже математического аппарата впервые найдены необходимые и достаточные критерии реализации каждого из перечисленных условий, т. е. алгебраически решена проблема номер один ОТС, поставленная Ю. А. Урманцевым.

Для получения этого решения рассмотрим диаграмму вида, где « $\circ$ » есть операция суперпозиции отображений;  $t_1(s)$  — окрестность некой дополнительно введенной точки  $s$ ;  $\varphi'_x, \varphi_y$  — события в окрестности точки  $s$ ;  $\varphi''_z$  — событие в окрестности точки  $s$ ;  $x, y, z$  — условия из множества  $Ug = \{e, p, q, r, pq, pr, qr, pqr\}^*$ , которым подчиняются соответствующие события. Можно показать, что выполнение этой диаграммы возможно тогда, и только тогда, когда в уравнении

$$y = f(x, z), \quad x, y, z \in Ug$$



алгебраическая многозначная бинарная операция  $f$  задается таблицей, в которой учтено, что  $x = f(x, e) = f(e, x)$  для любого фиксированного  $x$  из  $Ug$ . Алгебраическое решение проблемы номер один ОТС непосредственно следует из данной таблицы.

$e$	$p$	$q$	$r$	$pq$	$pr$	$qr$	$pqr$
$p$	$e, p$	$pq$	$pr$	$q, pq$	$r, pr$	$pqr$	$qr, pqr$
$q$	$pq$	$e, q$	$qr$	$p, pq$	$pqr$	$r, qr$	$pr, pqr$
$r$	$pr$	$qr$	$e, r$	$pqr$	$p, pr$	$q, qr$	$pq, pqr$
$pq$	$q, pq$	$p, pq$	$pqr$	$e, p, q, pq$	$qr, pqr$	$pr, pqr$	$r, pr, qr, pqr$
$pr$	$r, pr$	$pqr$	$p, pr$	$qr, pqr$	$e, p, r, pr$	$pq, pqr$	$q, pq, qr, pqr$
$qr$	$pqr$	$r, qr$	$q, qr$	$pr, pqr$	$pq, pqr$	$e, q, r, qr$	$p, pq, pr, pqr$
$pqr$	$qr, pqr$	$pr, pqr$	$pq, pqr$	$r, pr, qr, pqr$	$q, pq, qr, pqr$	$p, pq, pr, pqr$	$e, p, q, r, pq, pr, qr, pqr$

Используя понятия общей алгебры [10], проанализируем строение таблицы подробнее. Считаем, по определению, что условие  $e$  — самое простое,  $pqr$  — самое сложное и каждое из условий  $pq, pr, qr$  — сложнее любого из условий  $p, q, r$ . Тогда, оставив

в каждой клетке таблицы только одно наиболее сложное из существующих в данной клетке условий, приходим к полугруппе с единицей (моноиду). Напротив, оставив в каждой клетке таблицы лишь одно наиболее простое из имеющихся в указанной клетке условий, получаем таблицу Кэли определенной группы с циклическими подгруппами второго порядка. Наконец, отметим, что многозначность алгебраической операции  $\bar{\cdot}$  в определенном смысле может быть устранена посредством некоторой квазигруппы с единицей (лупы) 27-го порядка. Все упомянутые выше алгебраические структуры коммутативны и имеют своей единицей условие  $e$ .

Они являются также специальными  $Ug$ -алгебрами. Мы называем  $Ug$ -алгеброй любую универсальную алгебру, носитель которой принадлежит суперструктуре с индивидами в  $Ug$ , т. е. объединению  $Ug \cup Ug^* \cup Ug^{**} \cup \dots$ , где  $Ug^*$  есть множество всех подмножеств множества  $Ug$ ,  $Ug^{**}$  — множество всех подмножеств семейства  $Ug^*$  и т. д. [22]. Можно показать, что использование  $Ug$ -алгебр позволяет получить бесконечный набор нетривиальных алгебраических решений проблемы номер один ОТС как для простых, так и для сложных событий, рассматриваемых в соответствующих окрестностях точек иерархических  $I$ -пространств.

Исходя из тезиса об адекватности описания иерархическими  $I$ -пространствами структуры мира, нетрудно заключить, что трихотомически-иерархическая структура в физическом мире, возможно, проявляется в наиболее простой и естественной форме. Посмотрим, как она фактически реализуется в физической Вселенной.

## 2. Пример иерархического $I$ -пространства, моделирующего структуру Вселенной

Согласно разнообразным экспериментальным данным, доступный нашему наблюдению участок Вселенной может быть представлен в виде многоуровневой системы соприкасающихся *натуральных* (естественных) областей. Натуральной областью мы называем любую часть Вселенной, ограниченную, согласно тем или иным параметрам, физической поверхностью раздела (натуральной границей). Две натуральные области мы будем называть соприкасающимися (контактирующими) друг с другом лишь тогда, когда между ними существует указанная граница.

\* Обозначение  $Ug$  — первые буквы фамилии Ю. А. Урманцева.

Переход через эту границу характеризуется более или менее резким изменением хотя бы одного физического свойства.

Примером натуральных областей могут служить разномаштабно локализованные вещества во Вселенной: планеты, звезды, галактики, скопления и сверхскопления галактик. Планеты имеют границу раздела с межпланетной средой, звезды — с межзвездной, галактики — с межгалактической. Разнообразие оптически различных участков Вселенной ничтожно по сравнению с многообразием ее оптически неразличимых и практически свободных от вещества натуральных областей. Так, с помощью искусственных спутников Земли астрофизики обнаружили, что межпланетная среда обладает уникальной оптически неразличимой секторной структурой, дифференцированной на натуральные области и связанной с особенностями распространения в ней магнитного поля.

Абстрагируясь далее от конкретного материального субстрата (вещества, поля) натуральных областей, выразим их предполагаемую многоуровневую упорядоченность во Вселенной с помощью иерархического I-пространства особого вида. Вселенная рассматривается в произвольно фиксированный момент своего существования, исключая, быть может, ранние космологические эпохи. При этом считаем реализованным следующий исходный принцип нашей модели: *любая натуральная область и граница содержится в некоторой другой натуральной области; каждая натуральная область и граница содержит в виде своей части какую-то иную натуральную область.*

Перейдем к рассмотрению модели. В зависимости от контекста термин «натуральная область» используем в смысле свойства-факта «быть данной натуральной областью» или в качестве физического понятия. Бинарные отношения выразим с помощью графов [15].

На множестве  $P$  всех натуральных областей Вселенной определим граф  $R$ . Две области (вершины) в  $R$  соединяются ребром тогда, и только тогда, когда они соприкасаются (назовем такое ребро «связь-контакт») или содержатся одна в другой (назовем такое ребро «связь-включение»). Введем следующие правила-описания вершин и ребер графа  $R$ : 1) подсвойством натуральной области считаем натуральную область, содержащуюся в исходной; 2) свойством связи-контакта полагаем натуральную область, содержащуюся в натуральной границе соприкосновения компонент этой связи друг с другом; 3) свойством связи-включения — натуральную область, содержащуюся в одной компоненте данной связи и содержащую другую компоненту указанной связи (каждую компоненту этой связи формально также принимаем за ее свойство).



Можно показать, что исходный принцип модели и введенные правила-описания однозначно определяют на ансамбле  $A^* = P \cup R$  некоторое иерархическое I-пространство  $SA^*$ . Имея в виду физическое содержание  $SA^*$ , мы называем это пространство *каркасом Вселенной*.

Математически устройство каркаса достаточно простое:  $SA^*$  равно объединению непересекающихся семейств  $S_1^*$  и  $S_2^*$ . При этом  $S_1^*$  — множество всех тех и только тех точек из  $SA^*$ , которые имеют вид  $\{p, g_+, g_-\}$ , где  $p \in P$  и  $g_+, g_-$  есть связи-контакты или связи-включения из  $R$ . В свою очередь каждая точка из  $S_2^*$  имеет вид  $\{p, g_+, g_-\}$  или  $\{p, g_+, g_-\}$ , где  $p \in P$  и  $g_+, g_-$  есть связи-контакты, а  $g_+, g_-$  — связи-включения из  $R$ . Отметим относительную полноту модели  $SA^*$ : опыт свидетельствует, что фиксация выделенной натуральной области, всех ее естественных границ и проявлений в виде части других натуральных областей необходима и достаточна для однозначной характеристики структурного положения рассматриваемой области во Вселенной.

Анализ каркаса Вселенной как неметрической системно-структурной модели физического мира позволяет проиллюстрировать ее эвристическое, прикладное и методологическое значение.

Во-первых, с помощью модели можно предсказать существование единой *трихотомически-иерархической структуры Вселенной*. Указанная структура характеризуется возможностью осуществления многократного иерархического расчленения не только натуральных областей Вселенной, но и границ соприкосновения между этими областями с учетом сопутствующего такому членению разделения границ на внутренние и внешние. Таким образом, пространственные иерархии, изучаемые в естественных науках, выступают как локальные проявления отмеченной структуры, существование которой может также служить аргументом в пользу космологического принципа Э. Маха [19].

Во-вторых, независимо от предполагаемой степени реалистичности исходного принципа нашей модели концепция каркаса Вселенной позволяет ввести новые физические понятия, имеющие важное самостоятельное значение. Среди них — понятие *многоуровневой дискретной среды*, т. е. многоуровневой системы соприкасающихся частиц. Примером такой среды служат поликристаллические тела. Их представление в виде двухуровневых дискретных сред позволяет с единых позиций описать макроскопическую (уровень кристаллитов) и микроскопическую

(уровень атомов) структуру указанных тел, учесть специфику атомного строения междоисталлитных границ. Понятие многоуровневой дискретной среды может быть полезным в обобщенной кристаллографии [1—2] и при корректном выявлении структурных уровней материи, «ответственных» за те или иные физические эффекты [21].

В-третьих, определение каркаса Вселенной имеет существенное прикладное значение. Выделяя подходящие семейства точек каркаса, мы получаем унифицированный *метод моделирования* (с заранее фиксированной степенью детальности) структуры исследуемых частей Вселенной, представленных в виде *многоуровневых дискретных сред*. В данном методе на многоуровневые ситуации распространяются способы комбинаторно-топологического описания дискретных сред, разработанные в кристаллографии для одноуровневого приближения [6; 12—13], и имеется естественная возможность применения концепции фреймового представления информации [17]. Метод может быть использован для анализа электронно-микроскопических или других изображений многоуровневых дискретных сред и в целях автоматизации этого анализа.

В-четвертых, модель служит примером такого рассмотрения Вселенной, при котором натуральные области и границы представляются как реальные физические сущности безотносительно к каким бы то ни было средствам их геометрического, точнее, метрического описания. Отношения «содержаться в» и «соприкасаться с» выступают здесь в роли *первичных понятий*, непосредственно выражающих данные опыта. Указанный подход дает возможность использовать нашу модель для развития фундаментальных физико-математических представлений о топологических свойствах пространства-времени. Чтобы реализовать эту возможность, осуществим общий переход от иерархических I- к иерархическим II-пространствам.

### 3. Переход от иерархических I-пространств к иерархическим II-пространствам. Физический смысл перехода

Рассмотрим переход с математической точки зрения. Для этого относительно произвольно фиксированной точки  $\dot{s} = \{\dot{p}, \dot{r}_+, \dot{r}_-\}$  иерархического I-пространства-универсума зададим вектор  $g(\dot{s}) = (g_1(\dot{s}), g_2(\dot{s}), g_3(\dot{s}))$ . Компоненту  $g_1(\dot{s})$  нашего вектора определяем в терминах теории вероятностей как следующую систему попарно несовместимых событий:

$$\begin{aligned}
&g_1(\dot{s}) \text{ с вероятностью (вер.) } \frac{1}{3} \text{ есть свойство } p, \text{ если } \begin{cases} g_2(\dot{s}) \text{ с вер. } \frac{1}{3} \text{ есть } \dot{r}_+ \text{ и} \\ g_3(\dot{s}) \text{ с вер. } \frac{1}{3} \text{ есть } \dot{r}_-, \text{ или} \\ g_2(\dot{s}) \text{ с вер. } \frac{1}{3} \text{ есть } \dot{r}_-, \text{ и} \\ g_3(\dot{s}) \text{ с вер. } \frac{1}{3} \text{ есть } \dot{r}_+, \end{cases} \\
&\text{или} \\
&g_1(\dot{s}) \text{ с вер. } \frac{1}{3} \text{ есть связь } \dot{r}_+, \text{ если } \begin{cases} g_2(\dot{s}) \text{ с вер. } \frac{1}{3} \text{ есть } \dot{p} \text{ и} \\ g_3(\dot{s}) \text{ с вер. } \frac{1}{3} \text{ есть } \dot{r}_-, \text{ или} \\ g_2(\dot{s}) \text{ с вер. } \frac{1}{3} \text{ есть } \dot{r}_- \text{ и} \\ g_3(\dot{s}) \text{ с вер. } \frac{1}{3} \text{ есть } \dot{p}, \end{cases} \\
&\text{или} \\
&g_1(\dot{s}) \text{ с вер. } \frac{1}{3} \text{ есть связь } \dot{r}_-, \text{ если } \begin{cases} g_2(\dot{s}) \text{ с вер. } \frac{1}{3} \text{ есть } \dot{p} \text{ и} \\ g_3(\dot{s}) \text{ с вер. } \frac{1}{3} \text{ есть } \dot{r}_+, \text{ или} \\ g_2(\dot{s}) \text{ с вер. } \frac{1}{3} \text{ есть } \dot{r}_+ \text{ и} \\ g_3(\dot{s}) \text{ с вер. } \frac{1}{3} \text{ есть } \dot{p}. \end{cases}
\end{aligned}$$

Компонента  $g_2(\dot{s})$  (и  $g_3(\dot{s})$ ) вектора  $g(\dot{s})$  задается аналогично; при этом во всех случаях в указанном определении вместо  $g_1(\dot{s})$  подставим  $g_2(\dot{s})$  (или соответственно  $g_3(\dot{s})$ ) и вместо  $g_2(\dot{s})$  (или соответственно  $g_3(\dot{s})$ ) —  $g_1(\dot{s})$ .

Наглядно вектор  $g(s)$  можно представить себе как единое событие, характеризующееся тем, что в нем с вероятностью  $1/6$  реализуются одновременно шесть независимых друг от друга ситуаций («резонансных форм»), схематически изображенных перестановками на диаграмме:

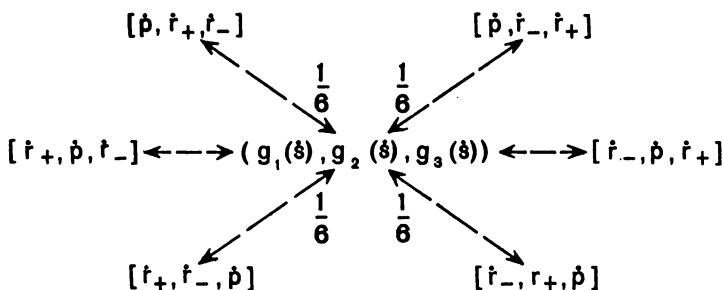


Диаграмма (2)

Пусть теперь  $SA$  — произвольно фиксированное иерархическое  $I$ -пространство. Тогда множество  $GA = \{g(s) : s \in SA\}$  мы называем *иерархическим  $II$ -пространством*. Каждый вектор (событие)  $g(s) \in GA$  назовем точкой данного пространства, которое формально является тернарным отношением весьма специализированного вида.

Нетрудно заметить, что существует единственное взаимно однозначное отображение  $g$  (переход), ставящее в соответствие

произвольно фиксированной точке  $\dot{s}$  пространства  $SA$  точку  $g(\dot{s})$  пространства  $GA$ . С помощью алгебраических и топологических методов можно также показать, что при переходе от пространства  $SA$  к пространству  $GA$  все основные черты строения пространства  $SA$  сохраняются в  $GA$ . Вместе с тем такой переход позволяет рассматривать пространства вида  $GA$  как более адекватные, чем пространства  $SA$ , модели мира.

Сказанное продемонстрируем на примере интерпретации физического смысла перехода от пространства  $SA$  (каркас Вселенной) к пространству  $GA = \{g(s) : s \in SA\}$ . С этой целью проведем следующий мысленный эксперимент.

Поместим в каждую точку  $s$  из  $SA = S_1 \cup S_2$  по одному гипотетическому наблюдателю. Если  $s \in S_1$  и, скажем,  $g_+, g_-$  из  $s$  есть связи-контакты, то наблюдатель различает, находится ли он в области  $r \in s$  или на одной из двух границ этой области, моделируемых связями  $g_+, g_-$ . Аналогично этому если  $s \in S_2$  (для определенности полагаем, что  $g_+$  из  $s$  есть связь-контакт, а в связи-включении  $g_-$  из  $s$  область  $r \in s$  содержится в другой компоненте связи  $g_-$ ), то наблюдатель различает, находится ли он в области  $r \in s$ , на границе (моделируемой связью  $g_+$ ) этой области или вне области  $r$ , но внутри иной области, содержащей  $r$  и являющейся другой компонентой связи-включения  $g_- \in s$ .

Представим далее, что все наблюдатели покидают свои точки и удаляются от них\*. По мере удаления каждый наблюдатель перестает замечать различия между элементами  $r, g_+, g_-$  той точки  $s$ , в которой он первоначально находился. Указанные элементы как бы сливаются в один-единственный новый объект. Желая учесть факт неразличимости элементов  $r, g_+, g_-$  в данном объекте, с одной стороны, и факт одновременного существования в нем всех трех указанных элементов — с другой, наблюдатель естественным образом приходит к определению рассматриваемого объекта в виде события  $g(s)$ .

После осуществления перехода от  $SA$  к  $GA$  наблюдатели замечают важное обстоятельство: все особенности Вселенной, моделируемые пространством  $SA$ , сохраняются в модели  $GA$ . Вместе с тем каждый элемент пространства  $GA$  выражает существование новой физической реальности, связанной с рассмотренной ситуацией неразличимости; наличие этой реальности

\* Понятие удаления здесь может быть выражено в терминах нетождественных отображений пространства  $SA$  на себя, моделирующих последовательность переходов наблюдателя от одной точки к другой.

не фиксировалось в модели  $GA^*$ . В согласии с физической интуицией и характеристикой относительной полноты модели  $SA^*$  наблюдатели могли бы четко представить указанную реальность как *точку физического пространства*.

Сказанное приводит к трактовке отношения  $GA^*$  как математической неметрической многоуровневой модели физического пространства, а каждого события  $g(s) \in GA^*$  — как точки данного пространства. Важным признаком такой точки служит ее относительная неделимость, характеризуемая *уровнем существования* соответствующего события  $g(s)$ . Для произвольно фиксированного  $g(s) \in GA^*$  данный уровень, по определению, есть такое подмножество  $M_{g(s)}$  отношения  $GA^*$ , что: 1)  $g(s) \in M_{g(s)}$ ; 2) любые два события  $g(s_1)$ ,  $g(s_2)$  из  $GA^*$  принадлежат  $M_{g(s)}$  тогда и только тогда, когда в графе  $R^*$  существует цепь из связей-контактов и не существует цепи из связей-включений с концами этих цепей в областях  $p_1 \in s_1$ ,  $p_2 \in s_2$ . Имеется бесконечный набор уровней вида  $M_{g(s)}$  для любого  $g(s)$  из  $M_{g(s)}$ , дающий возможность рассматривать реальное событие, моделируемое вектором  $g(s)$ , в приближении, что оно осуществляется в дискретной либо при более высокоинформативном описании в непрерывной (сплошной) материальной среде.

Таким образом, модель  $GA^*$  позволяет изучать физическое пространство как многоуровневую среду Вселенной, упорядоченную по специфическим рекуррентным и топологическим законам. Естественными проявлениями этой среды служат натуральные области и границы. Каждая точка среды рассматривается в виде самостоятельной и относительно неделимой физической реальности. Существенно, что данная реальность получает положительное определение посредством самих же областей и границ, которое становится возможным благодаря их трихотомически-иерархической упорядоченности во Вселенной. Модель позволяет, образно говоря, конструктивно «разворачивать» точки физического пространства в целые миры и «сворачивать» миры в точки.

Наиболее важные свойства модели  $GA^*$  проявляются при ее согласовании с *пространственно-временным многообразием*  $M$  [4; 16; 19].

Современное здание физической теории нередко строится путем наделения  $M$  той или иной дополнительной структурой; основа для этого подхода заложена теорией относительности. Вместе с тем природа точек («элементарных событий»), обычно называемых *мировыми*, различных многообразий, применяющихся для анализа пространства и времени, как правило, не детализируется. Она рассматривается с позиций определения

точки по Евклиду или формального аксиоматического подхода Д. Гильберта [8]. Правда, в теории калибровочных полей, имеющей важное значение для создания единой физической картины макро- и микромира, понятие мировой точки существенно расширяется. Однако это расширение основывается на старом понимании точки, которое не конкретизируется.

Новые представления о природе (точнее, структуре) точки физического пространства, вводимые с помощью модели  $GA$ , отвечают следующему положению. Для адекватного учета структуры мировых точек целесообразно считать, что пространственной областью многообразия  $M$  относительно произвольно фиксированной точки  $t \in M$  служит континуальный уровень вида  $M_{g(s)}$ , где  $g(s)$  есть событие из  $GA$ , принятое за точку  $t$ . Понятно, что если вводимое ограничение на многообразие  $M$  позволит углубить наши представления о свойствах физического пространства и времени, то сформулированное положение окажется решающим связующим звеном между системной и физической картинами мира.

#### *4. Многоуровневое строение Вселенной и свойства пространства-времени*

Рассмотрим основные физические следствия, вытекающие из введенного ограничения на многообразие  $M$ . Они устанавливают закономерную связь между многоуровневым строением Вселенной, трехмерностью и ориентируемостью (связанной с энантиоморфизмом материальных объектов) физического пространства и асимметрией времени. Многоуровневость строения Вселенной характеризуется тем, что каждая пространственная область нашего многообразия вкладывается в отношение вида  $GA$  и поэтому становится свойством самого пространства-времени. Следовательно, речь идет о связи между топологическими свойствами пространства-времени: многоуровневостью, четырехмерностью, ориентируемостью в пространстве и асимметрией времени.

*Трехмерность физического пространства* (или четырехмерность пространства-времени) представляет одно из наиболее важных и непонятных его свойств. С одной стороны, физиками, начиная с П. Эренфеста, было убедительно показано, что трехмерность есть эмпирически установленный физический параметр, связанный с такими фундаментальными характеристиками, как, например, устойчивость структуры атома. С другой стороны, природа трехмерности не имеет адекватного теоретического объяснения [7].

Между тем естественное объяснение феномена трехмерности

следует из рассмотрения модели пространственной области как тернарного уровня (отношения) вида  $M_{g(s)}$ . Непосредственное понимание размерности физического пространства как 3-арности именно этого вида отношения позволяет представить феномен трехмерности в форме следствия более фундаментальных и простых с эмпирической точки зрения представлений о трихотомически-иерархической структуре Вселенной и природе мировых точек. Данное объяснение теоретически приводит к экспериментально наблюдаемой картине *инвариантности* трехмерности физического пространства относительно масштаба рассмотрения Вселенной. [О возможном, в масштабе квантово-механических явлений, нарушении этой инвариантности см.: 7.]

Предложенное нами объяснение феномена трехмерности приводит к новой трактовке смысла пространственных локальных координат мировой точки. Действительно, пусть даны: область вида  $M_{g(s)}$  и  $n$ -мерное евклидово пространство  $E^n$ , с помощью которого мы хотим, так сказать, снять адекватную копию (слепок) с  $M_{g(s)}$ . Возникают два требования адекватности, одно из которых гарантирует наша теория, а другое — общее понятие локальных координат. Во-первых, пространство  $E^n$  как  $n$ -арное теоретико-множественное отношение должно быть изоморфно  $M_{g(s)}$  как тернарному отношению, поскольку в противном случае мы получим заведомо искаженную копию  $M_{g(s)}$ . Во-вторых, для произвольно фиксированной точки  $g(\dot{s}) = (g_1(\dot{s}), g_2(\dot{s}), g_3(\dot{s}))$  из  $M_{g(s)}$  должна существовать окрестность, топологически эквивалентная  $E^n$ . Совмещение обоих требований приводит к тому, что фиксированный гомеоморфизм  $\alpha$ , устанавливающий рассматриваемую топологическую эквивалентность, сопоставляет точку  $g(\dot{s})$  с ее пространственными локальными координатами по закону

$$\begin{aligned}(x^1, x^2, x^3) &= (\alpha(g_1(\dot{s})), \alpha(g_2(\dot{s})), \alpha(g_3(\dot{s}))) = \\ &= \alpha(g_1(\dot{s}), g_2(\dot{s}), g_3(\dot{s})) = \alpha(g(\dot{s})).\end{aligned}$$

При этом если натуральная область  $\dot{p} \in \dot{s}$  обладает пренебрежимо малым и неучитываемым значением физической массы, то вектор  $(x^1, x^2, x^3)$  задает координаты точки «пустого» пространства. Если же это значение учитывается, то набор  $(x^1, x^2, x^3)$  задает координаты материальной точки как области  $\dot{p}$ , размерами и формой которой (согласно классическому определению) можно пренебречь.

Таким образом, новая трактовка пространственных локальных координат приводит к преодолению понятия ньютонова абсолютного пространства непосредственно на уровне представ-

лений о трехмерности. На этом уровне впервые возникает возможность конструктивно изучать материю и пространство с единых позиций и ответить на вопрос А. Эйнштейна о том, как сохранить основные черты четырехмерности в случае отказа от непрерывности пространства-времени [20].

В соответствии с предложенным объяснением феномена трехмерности ориентируемость физического пространства, т. е. возможность непрерывного разделения базисов пространственных осей на правые и левые [19], есть необходимое условие для *энантиоморфизма материальных объектов* [5] — явления, теряющего свой смысл в неориентируемых пространствах. При этом теоретически оказываются допустимыми правые и левые мировые точки, энантиоморфизм которых инвариантен способу выбора системы координат.

Точнее, пусть  $g(s_1), g(s_2) \in M_{g(s)}$  суть две равные, но различающиеся между собой точки. Запись  $g(s_1) = g(s_2)$  эквивалентна следующей:  $(g_1(s_1), g_2(s_1), g_3(s_1)) = (g_1(s_2), g_2(s_2), g_3(s_2))$ . Между этими векторами имеются только тривиальные взаимнооднозначные отображения, которые могут быть описаны как переход от правого базиса трех пространственных осей к левому. Рассмотрим, к примеру, отображение, задаваемое законом

$$g_1(s_1) \leftrightarrow g_2(s_2), g_2(s_1) \leftrightarrow g_1(s_2), g_3(s_1) \leftrightarrow g_3(s_2),$$

относительно которого точку  $g(s_2)$  назовем правой, а  $g(s_1)$  — левой. Их правизну и левизну невозможно исключить никаким выбором системы координат, если имеется следующая естественная реализация указанного закона.

Пусть рассматривается произвольно фиксированный элемент из множества  $s_1 = s_2 = \{p, r_+, r_-\}$ , скажем область  $p$ . Тогда первая (вторая) составляющая точки  $g(s_1)$  с вероятностью  $1/3$  есть область  $p$  в том и лишь в том случае, если вторая (соответственно первая) составляющая точки  $g(s_2)$  с той же вероятностью есть  $p$ . При этом третья составляющая из  $g(s_1)$  с упомянутой вероятностью есть область  $p$  тогда и только тогда, когда аналогичный факт имеет место для точки  $g(s_2)$ .

Таким образом, развиваемая нами теория позволяет предсказать возможность существования правых и левых мировых точек как результат реализации особой пространственноподобной связи между ними, обусловленной внутренней структурой этих событий и не имеющей смысла для соответствующих элементов каркаса Вселенной (иначе говоря, невыразимой в обычных системно-структурных терминах). Энантиоморфизм ряда материальных объектов, в частности кристаллов, может быть интерпретирован теперь как свидетельство реального проявле-



ния указанных связей между мировыми точками, надлежащим образом выбранные семейства которых описывают структуру правых и левых кристаллов. Становится понятным также характер соотношения природы энантиоморфизма и трехмерности; этот характер с точки зрения концепции априорного пространства фактически пытался установить И. Кант [9].

*Асимметрия времени* (или ориентируемость во времени пространственно-временного многообразия) является его основным топологическим свойством. Для рассмотрения указанного свойства построим пространство  $GA^*$ , которое, по определению, есть объединение всех пространств вида  $GA$ . Ясно, что пространственно-временные многообразия вкладываются в  $GA^*$ , образуя в нем естественную иерархию. Физические процессы описываются определенными преобразованиями  $GA^*$  в себя. Анализ таким способом представленных процессов с помощью  $Ug$ -алгебр и возникающие при этом комбинаторно-вероятностные следствия дают основание сформулировать следующее положение.

Ввиду наличия в каждой модели  $GA$  «сильных» рекуррентных связей (обусловленных специфической природой мировых точек) любая реализация единой трихотомически-иерархической структуры Вселенной теоретически должна быть статистически неустойчивой и неизбежно (необратимо) сменяться иной ее реализацией, выражаемой новым пространством  $GA$  из  $GA^*$ . Сказанное позволяет рассматривать структуру модели вида  $GA$  как мощный источник асимметрии времени, движущих факторов и доминирующих механизмов протекания реальных физических процессов.

Таким образом, мы приходим к представлению о глобальной нетермодинамической стреле времени. Направление стрелы непосредственно задается моделируемыми особенностями структуры физического пространства. Эти особенности обуславливают постоянное обновление (смену) конкретных реализаций структуры при сохранении ее общего вида. Объяснение феномена трехмерности делает данное заключение частично экспериментально обоснованным, поскольку трехмерность сохраняется в ходе эволюции Вселенной (по крайней мере доступной нашему наблюдению ее части). Одновременно становится разрешимым вопрос о том, что могло бы означать отсутствие трехмерности в ранние космологические эпохи [23].

\* \* \*

Развитие системной картины мира потребовало введения новых понятий — иерархического I-, II-пространства. Переход от иерархических I-пространств к иерархическим II-пространствам сохраняет основные черты строения первых и приводит к более

адекватным моделям внешнего мира. Применительно к каркасу Вселенной данный переход означает построение первой конструктивной модели точки физического пространства. Используя эту модель в качестве мировой точки произвольной пространственной области, мы установили закономерную связь между трихотомически-иерархической структурой Вселенной, природой мировой точки, трехмерностью физического пространства, инвариантностью трехмерности относительно выделения структурных уровней материи, энантиоморфизмом материальных объектов, асимметрией времени. Рассмотренная картина является топологической и, конечно, необходима её метрическая интерпретация. Остаются открытыми и следующие из ОТС Ю. А. Урманцева вопросы о соотношениях изоморфизма и полиморфизма, симметрии и асимметрии, сходства и различия между иерархическими пространствами одного и того же и разных порядков.

Таковы некоторые итоги и нерешенные проблемы теории иерархических пространств, свидетельствующей о возможности становления на стыке системологии, физики и геометрии нового интегрирующего направления, связанного с разработкой, применением и обобщением представлений о специфической структуре мировых точек.

## СИММЕТРИЯ И ДИССИММЕТРИЯ. ГАРМОНИЯ И ДИСГАРМОНИЯ

---

### Глава 7

#### СИММЕТРИЯ И АСИММЕТРИЯ КАК КАТЕГОРИИ ОТС: ИХ ПРИРОДА И СООТНОШЕНИЕ

В рамках нашей ОТС эксплицирована связь «система-симметрия», причем в соответствии с характером самой этой связи в форме симметрии системы и системы симметрии\*.

Это сделано следующим образом:

1. Исходя из доказанного положения о том, что абстрактная группа есть математический образ симметрии (см. с. 58 данной книги), симметрия системы выражена в виде: групп неэволюционных, эволюционных системных преобразований, антипреобразований и их инвариантов; групп изомерии, доказательства изоморфичности всякой конечной группы симметрии порядка  $n$  некоторой подгруппе группы всех изомеризаций  $n$ -й степени; обнаружения и раскрытия связи «симметрия — системное сходство», в частности, в виде тождества «симметрия  $\equiv$  равенство»; групп 2-, 1-, 0-действий и отношений изо-, гетеро-, антиидичности; вывода и доказательства закона симметрии систем — утверждения о симметричности любой системы хотя бы в одном каком-либо отношении. Именно закон симметрии дает основание рассматривать симметрию как фундаментальную категорию ОТС, а саму симметрию — как атрибут любой системы, как одно из необходимых следствий системной организованности материи.

2. Эксплицирована система симметрии посредством закона системности, из которого следует, что любая симметрия есть симметрия-система (объект-система) и любая симметрия-систе-

\* Такая экспликация была сделана нами в статье «Симметрия системы и система симметрии», написанной по заказу редакции международного журнала «Компьютеры и математика с приложениями» издательства «Пергамон пресс». К настоящему времени вышло четыре сдвоенных номера этого журнала, посвященных вопросам симметрии и гармонии практически во всех областях науки и искусства. Было привлечено около 50 авторов более чем из 20 стран мира. Статьи изданы также отдельной книгой «Symmetry» (Pergamon Press. N. Y.; L.; Toronto... 1986).

ма принадлежит хотя бы одной системе объектов одного и того же рода. Остановимся на обоих утверждениях данного следствия подробнее.

*Симметрия как объект-система.* Онтологически симметрия выступает как свойство системы «С» совпадать с самой собой по признакам «П» после изменений «И». Симметрию можно рассматривать как одну из реализаций абстрактной системы. Действительно, симметрия — такой объект-система, в качестве «первичных» элементов которого выступают система «С» («носитель симметрии») и признаки «П» («инварианты»), в качестве отношений единства — отношения принадлежности признаков «П» системе «С», а в качестве законов композиции — требование принадлежности этих признаков системе как до, так и после изменений «И» («преобразований симметрии»). Естественно, и группа как идеальный математический образ реальной симметрии также может быть представлена в качестве особого рода объекта-системы — единого математического объекта: в группе можно выделить все компоненты объекта-системы, а именно множество «первичных» элементов — множество «образующих» элементов группы  $\{M_r^{(0)}\}$ ; отношения единства — отношения, определяемые четырьмя групповыми аксиомами; закон композиции — закон «умножения» групп.

*Симметрия в системе объектов одного и того же рода.* В случае конкретного вида симметрии, например точечной, это выражается в том, что она принадлежит системе точечных, линейных, плоских, пространственных групп симметрии, а все они — классической симметрии. Сама классическая симметрия также принадлежит системе из классической и неклассической симметрий. В случае же симметрии вообще, в частности представленной в виде группы вообще, это выражается в принадлежности группы системе абстрактных алгебраических структур из групп, колец, тел, абстрактных алгебр и т. д.

3. Категория «симметрия» дополнена ее противоположностью — категорией «асимметрия», с необходимостью ею предполагаемой и дополняющей ее до гармоничной пары «симметрия — асимметрия».

В рамках ОТС асимметрия означает несовпадение по признакам «П» системы «С» после изменений «И». Так как относительно любой совокупности изменений {И} существуют инвариантные признаки, то необходимым дополнением любой асимметрии будет соответствующая ей симметрия.

Асимметрия есть предельный, частный и наиболее распространенный случай нарушенной симметрии, диссимметрии, когда нарушение симметрии доведено «до конца», но не до полного

отсутствия симметрии из-за инвариантности системы «С» по признакам «П» относительно операции отождествления, сохранения объекта-системы как такового. Таким образом, абсолютно несимметричных объектов быть не может.

В рамках ОТС диссимметрия предстает как системная категория, обозначающая сохранение (несохранение) признаков «П» системы «С» относительно части изменений множества {И}. Понятно, что относительно другой совокупности изменений данное нарушение симметрии может снова обернуться ненарушенной симметрией.

Если в искусстве, в эстетике дисгармонии уделяется не меньшее внимание, чем гармонии, то в науке ее гомологу — диссимметрии — уделяется много меньшее внимание, чем симметрии. Очень часто диссимметрия (структурная, геометрическая, динамическая, временная) характеризуется всего лишь как отклонение от той или иной симметрии. Между тем ненарушенная и нарушенная симметрии, симметрия и асимметрия как противоположности паритетны, каждая в зародыше содержится в своем антипode; они не только отрицают, но и обуславливают друг друга, каждая из них обладает не только негативным, но и положительным содержанием: несовпадение (изменчивость) в случае асимметрии не менее объективно, содержательно и значимо, чем совпадение (сохранение) в случае симметрии.

Но это значит, что учения о гармонии и дисгармонии в обществе, симметрии и диссимметрии в природе не должны строиться (во избежание искажений истины) без должного внимания к одной из важных сторон всякого бытия — дисгармонии и диссимметрии. Открытия диссимметрии протоплазмы и диссимметрии жизни в живой природе, диссимметрии элементарных частиц — нарушения законов сохранения Р, С, Т, СР-четностей — в слабых взаимодействиях, спонтанного нарушения симметрии в квантовой теории поля; существование известной дисгармонии между обществом и природой, «отцами и детьми» подкрепляют указанный довод: без паритетного раскрытия природы гармонии и дисгармонии, симметрии и диссимметрии, симметрии и асимметрии невозможно плодотворно решать не только теоретические, но и практические, в том числе социальные, задачи.

4. Эxpлицитована связь «система — асимметрия» в форме асимметрии системы и системы асимметрии.

*Асимметрия системы* выражена в виде: группоидов (не групп!) неэволюционных, эволюционных системных преобразований и антипреобразований; группоидов 2-, 1-, 0-действий и отношений изо-, гетеро-, антиоидичности; обнаружения и раскрытия связи «асимметрия — системное различие», в частности,

в виде тождества «асимметрия  $\equiv$  неравенство»; вывода и доказательства закона асимметрии систем — утверждения об асимметричности любой системы хотя бы в одном каком-либо отношении. Закон асимметрии систем дает основание рассматривать понятие асимметрии в рамках ОТС как фундаментальную общесистемную категорию, а саму асимметрию (как и симметрию) — в качестве атрибута любой системы, одного из необходимых следствий системной организованности материи.

*Система асимметрии* раскрыта двояко: а) в виде такого объекта-системы (асимметрии-системы), в качестве «первичных» элементов которого выступают система «С» и признаки «П», в качестве отношений единства — отношения принадлежности признаков «П» системе «С», а в качестве законов композиции — требование принадлежности этих признаков системе лишь до изменений «И»; б) в виде системы объектов того рода, который присущ и асимметрии. В случае конкретного вида асимметрии, например несохранения Р-четности, последнее выражается в принадлежности данного нарушения системе нарушений Р-, С-, Т-, СР-четностей (скажем, в слабых взаимодействиях элементарных частиц). В случае же асимметрии вообще это выражается в принадлежности понятия асимметрии системе однородовых с нею понятий типа «нерегулярность», «неравенство», «беспорядок» и др. Выразима ли асимметрия, подобно симметрии, какими-либо специфическими математическими структурами, пока не известно. Именно поэтому связь «система-асимметрия» с математической точки зрения пока не проанализирована.

5. Система (вообще) представлена как единство противоположностей: симметричная относительно одних и асимметричная относительно других признаков и изменений (преобразований), что следует из законов симметрии и асимметрии систем.

Фундаментальное значение имеет тот факт, что требования, предъявляемые определениями симметрии и диссимметрии к условиям их реализации, столь общи, что им отвечают все формы движения, существования, изменения, сохранения, развития, действия и все формы отношения материи — словом, вся реальность — материальная и идеальная, объективная и субъективная. Это подтверждают наиболее фундаментальные достижения общечеловеческой культуры, в первую очередь науки и искусства.

Учение о структурной или кристаллографической (в широком смысле) симметрии дает в руки исследователя глубокие теории (классической симметрии, простой и кратной антисимметрии, цветной симметрии, цветной простой и кратной антисимметрии, криптосимметрии, Р-симметрии, комплексной симметрии, диссфакторов, Q-, W-симметрии, подобия, аффинной, кон-

формной, криволинейной симметрии, симметрии в многомерных евклидовых, неевклидовых, псевдоевклидовых пространствах) и эффективные методы изучения любых пространственных и пространственно-представимых объектов.

Учение о геометрической симметрии позволяет получить в виде тех или иных симметрий множество самых различных геометрий — Евклида, Лобачевского, Римана, Клейна, Вейля, Картана, Схоутена, Бахмана и др. Одновременно оно дает важный метод изучения пространства, позволяет обнаружить единство, стандарт в самых различных геометриях.

Учение о динамической симметрии, предоставляя способ исследования и выявления симметрии процессов и взаимодействий (сильных, слабых, электромагнитных, гравитационных), в то же время является одной из наиболее глубоких концепций о (кварковом) строении элементарных частиц, единстве форм физического взаимодействия, о законах сохранения и изменения, частных и универсальных постоянных. Примечательно, что в физике и математике даже общая проблема относительности сведена к проблеме нахождения особой симметрии — определенной группы автоморфизмов и ее инвариантов.

Учения о гармонии и дисгармонии в искусстве, прежде всего в музыке, поэзии, архитектуре, скульптуре, живописи, орнаменталистике, всегда составляли ядро, сердцевину эстетики. С помощью именно этих учений — разных для каждой эпохи, страны, народа — на протяжении тысячелетий создавались «вечные» каноны красивого и безобразного.

Симметрию и диссимметрию можно рассматривать по крайней мере в трех аспектах: а) как фундаментальные (общесистемные) объективные законы, в соответствии с которыми должна протекать и протекает материальная и духовная жизнь человечества; б) как особый предмет исследования; в) как средство познания. Естественно, в последнем качестве они могут выступать не сами по себе, а лишь в результате адекватного отражения их человеком в виде соответствующих научных и эстетических категорий. Понятно, что разрешающая способность их как средств познания прямо пропорциональна степени их развития.

Учение о симметрии, как следует из ее определения, можно развивать посредством расширения (сужения) состава исследуемых объектов или (и) признаков или (и) изменений, в частности изменяя состав либо инвариантных признаков множества  $\{П\}$ , а вслед за этим и состав изменений множества  $\{И\}$ , либо множества  $\{И\}$ , а вслед за этим и состав признаков множества  $\{П\}$ . Разумеется, логически допустим и третий путь развития теории симметрии, а именно благодаря одновременному изменению как состава признаков множества  $\{П\}$ , так и состава эле-

ментов множества  $\{I\}$ . Кроме того, некоторое продвижение в развитии учения о симметрии может быть достигнуто также за счет углубления представлений о сохранении, изменении и их соотношении.

В данной книге советский математик А. М. Заморзаев конкретизирует изложенные здесь положения. Первый путь развития он условно называет «физическим». Этот путь, по его мнению, не требует изменения геометрической сущности симметрии, а обогащает ее за счет приписывания точкам фигуры некоторых символов (знаков, индексов), обозначающих качества общей природы (цвета, фазы, знаки электрического заряда), и последующего комбинирования геометрического преобразования с законом изменения качеств. Так возникли и развивались теории простой и кратной антисимметрии, цветной симметрии, цветной антисимметрии, криптосимметрии, комплексной симметрии и другие аналогичные им теории.

Второй путь развития А. М. Заморзаев связывает, в частности, с переходом от изометрических преобразований к неизометрическим — подобия, аффинным, конформным и другим, что приводит к развитию теорий симметрии подобия, аффинной, конформной, криволинейной симметрии. С этим путем развития он правомерно сближает и переход от классической симметрии в евклидовом пространстве к симметрии в пространствах других геометрий — многомерном евклидовом, псевдоевклидовом и т. д.

Наконец, третий путь развития учения о симметрии у А. М. Заморзаева фактически представляет синтез и плодотворное взаимное влияние двух основных путей, что привело, например, к предложению целого ряда «комбинированных» теорий — антисимметрии подобия, конформной антисимметрии, аффинной антисимметрии и др.

Работы А. М. Заморзаева содержат материалы о некоторых из 54 структурных симметрий, предсказанных ОТС. Из наших совместных обсуждений стало ясно, что по меньшей мере 19 из них (классическая симметрия с ее обобщениями, симметрия подобия и часть ее обобщений, конформная симметрия и некоторые ее обобщения) разработаны достаточно основательно и доведены до конкретных каталогов и таблиц; еще 5 из них (некоторые случаи аффинной симметрии) разработаны частично. Почти нетронутыми остаются проективная и топологическая симметрии с их обобщениями. Но и сам список из 54 структурных симметрий следует дополнить  $P$ -,  $Q$ -,  $W$ -симметриями и соответствующим им синтезом с геометрическими обобщениями. Кроме того, в этом списке не эксплицированы идеи о многомерных и неевклидовых структурных симметриях.



Принципиально новый шаг в учении о структурной симметрии может быть совершен и посредством развития теории такой симметрии (геометрии), в которой в качестве групповых преобразований выступали бы «разрывы» и «склеивания» (точек) фигур, сопряженные или не сопряженные со «сдвигом», «сжатием», «кручением», «растяжением», а также изменением по тому или иному закону качества точек данной фигуры. Такие преобразования позволили бы считать взаимно симметричными и такие объекты, например «телá Чепижного», которые во всех остальных геометриях рассматриваются как существенно взаимно не эквивалентные. Если пронумеровать репрезентативные точки фигуры, то учение о новой симметрии можно развить посредством теории групп подстановок.

До сих пор речь шла о путях развития учения о симметрии. Что же касается учения о диссимметрии, то, исходя из ее определения, его также можно развить за счет расширения состава исследуемых объектов, или (и) признаков, или (и) изменений.

Как известно, в отличие от философского и эстетического понятия дисгармонии, сформулированного тысячи лет назад, понятие диссимметрии было впервые сформулировано только в середине XIX в. Л. Пастером. Этим термином Л. Пастер назвал явление расстройств симметрии. Он связал его только с левыми и правыми объектами (например, перчатками, побегам растений с левым или правым винтовым листорасположением, левыми и правыми молекулами винной кислоты), фигуры которых не обладают вследствие расстройства плоскостями симметрии. Впоследствии пастеровское учение о диссимметрии расширялось и углублялось П. Кюри прежде всего посредством увеличения круга рассматриваемых изменений «И»: принятия во внимание любых форм понижения (расстройства) симметрии; А. В. Шубниковым посредством расширения круга фиксируемых у правых и левых объектов признаков «П»: учета у них наряду с геометрическими еще и разных «+» или «—» их физических свойств.

Мы постарались сделать это посредством одновременного расширения круга рассматриваемых изменений (в частности, учета и зеркальных элементов теорий криволинейной и конформной симметрий), а также круга фиксируемых у правых и левых объектов признаков «П» (благодаря открытию у диссубъектов так называемых диссфакторов). Предпринятый в последнем случае синтез позволил создать теорию диссфакторов, что привело как к расширению и углублению канто-пастеровского учения о правом и левом, так и к дальнейшему развитию причинного принципа П. Кюри.

Вопрос о способах развития учений о симметрии и диссимметрии, гармонии и дисгармонии и история знаний о них тесно связаны с вопросом об их *абсолютности* и *относительности*. Очевидно, симметрия и диссимметрия в пределах соответствующих объектов, признаков, изменений и отвечающих им теорий абсолютны, но за их границами симметричное может обернуться диссимметричным, а диссимметричное — симметричным. Действительно, одна и та же система, симметричная по признакам «П», после изменений «И» может оказаться и диссимметричной, а в пределе — асимметричной а) по тем же самым признакам, но относительно других изменений «И», б) по иным признакам «П», но после тех же самых изменений «И». Например, один и тот же составной геометрический объект из левого черного и правого белого тетраэдров, симметричный по своей фигуре относительно плоскости отражения, будет асимметричен по фигуре и цвету относительно отражения в обычной и симметричен с точки зрения необычной (антисимметрической) плоскости отражения. Такая необычная плоскость, как известно, не только переводит левое в правое, правое в левое, но и черное в белое, белое в черное, а весь составной объект — благодаря комбинированной инверсии — сам в себя.

В историко-познавательном плане абсолютность и относительность симметрии и диссимметрии, гармонии и дисгармонии можно выразить в виде следующей наглядной модели истории развития «картин мира»:  $\dots \rightarrow \Gamma_n \rightarrow D_{n+1} \rightarrow \Gamma_{n+1} \rightarrow D_{n+2} \rightarrow \Gamma_{n+2} \dots$

Эту схему надо понимать так. Развита на некотором этапе познания научная или художественная картина локальной или глобальной гармонии мира  $\Gamma_n$  далее неминуемо сменится противоречащей ей дисгармоничной картиной  $D_{n+1}$ , которая в свою очередь заменится охватывающей и картину  $\Gamma_n$  и картину  $D_{n+1}$  гармоничной картиной мира  $\Gamma_{n+1}$  и т. д.

Достоинства этой схемы заключаются, во-первых, в соответствии фактам истории науки и искусства. Например, кристаллограф в согласии с этой схемой в случае с пастеровской диссимметрией мог бы указать, что диссимметричное, по Пастеру, в дальнейшем было представлено как симметричное так называемой классической теорией симметрии, в которой разрешалось совмещать объект с самим собой посредством и зеркальных отражений, и пространственных перемещений — поворотов и (или) переносов. В то же время асимметричное с точки зрения теории классической симметрии впоследствии посредством теории диссфакторов было представлено как 1-кратно антисимметричное! Искусствовед ту же схему мог бы проиллюстрировать на примере импрессионизма, который первоначально адептами классической живописи и музыки рассматривался как наруше-

ние якобы вечных канонов красоты, пока и импрессионистское и классическое представления о прекрасном не были синтезированы новой, значительно более демократичной и глубокой эстетикой, в свою очередь подвергнутой критике представителями так называемой беспредметной живописи и атональной музыки.

Преимуществом рассматриваемой схемы служит, во-вторых, то, что она позволяет выявить абсолютность и относительность симметрии и диссимметрии, гармонии и дисгармонии вследствие а) отнесенности их к определенным объектам, их признакам, преобразованиям; б) очевидной возможности выявления дисгармоничного как гармоничного в рамках последующей более общей теории, а гармоничного как дисгармоничного в рамках менее общей предыдущей теории; в) связи каждой гармонии со своей дисгармонией и наоборот. Отсюда следует, что без указания каких бы то ни было объектов и соответствующих им теорий понятия симметрии и диссимметрии, гармонии и дисгармонии просто бессмысленны.

В-третьих, значимость данной схемы состоит в явном выражении относительной периодичности. Это дало в свое время повод философу Н. Ф. Овчинникову и кристаллографу И. И. Шафрановскому выступить с идеей о компенсации и законе сохранения симметрии (подробнее об этом см. гл. 8 настоящей книги), имеющей важное методологическое значение. Причем любое конкретное нарушение симметрии Н. Ф. Овчинников справедливо предлагает рассматривать как сигнал о существовании какой-то еще скрытой новой симметрии, в рамках которой рассматриваемое нарушение можно было бы обернуть сохранением симметрии.

Однако если фиксировать внимание на столь же периодически возникающих представлениях о нарушениях симметрии, то можно прийти к противоположной идее о компенсации и законах сохранения диссимметрии, также имеющей важное методологическое значение. Причем, как и в предыдущем случае, данную симметрию можно рассматривать как сигнал о существовании какой-то пока скрытой диссимметрии. Эту сторону периодического развития учений о гармонии и дисгармонии очень точно выразили физики-теоретики: «Предложив новую симметрию, мы уже через десять секунд пытаемся сообразить, как ее отбросить!»

С точки зрения логики вторая сторона равноправна первой, в то же время каждая из них отражает историю познания симметрии и диссимметрии, гармонии и дисгармонии половинчато, односторонне. Очевидно, полная картина этой истории может быть создана только посредством их диалектического синтеза.

Наконец, в-четвертых, достоинством модели истории разви-

тия «картин мира» является то, что она построена исходя из диалектического закона отрицания отрицания. Очевидно, существующее учение о гармонии на каком-либо этапе развития можно рассматривать в качестве «тезиса», возникшего позднее на основании новых фактов, представление о ее нарушении — в качестве «антитезиса» (первого отрицания), а разрешение этого противоречия — на основе нового, более глубокого и общего учения о гармонии — в качестве «синтеза» (второго отрицания). С точки зрения дальнейшего хода познания «синтез» снова будет выступать в качестве «тезиса», вновь возникнут «антитезис» («антисинтез»), «синтез» («суперсинтез») и т. д. В результате мы приходим к представлению о спиралеобразном поступательном характере развития познания с наличием преемственности, а образно — к конусообразному винту, обращенному вершиной к прошлому и непрерывно «разворачивающимся» основанием — к будущему.

Таковы основные черты учения ОТС о природе и соотношении симметрии и диссимметрии, гармонии и дисгармонии. Новые сведения о них читатели получают в последующих главах второй части книги, в которых приводится ряд оригинальных концепций о симметрии и ее нарушениях в природе.

## *Глава 8*

### ***ПРИНЦИП ПРИЧИННОСТИ, СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И СИММЕТРИЯ***

Настоящая глава посвящена принципу симметрии в теории систем, в частности тому его аспекту, сформулированному П. Кюри, который связывает симметрию причин с симметрией следствий. Действие этого принципа распространяется на все естественные детерминированные системы и на их теоретические модели, для которых может быть определено понятие симметрии.

Принцип Кюри выражает симметрический аспект принципа причинности: симметрия причины сохраняется в симметрии следствий. Этот принцип является фундаментальным обобщением кристаллофизического принципа Неймана, Миннигероде, Кюри (НМК), установленного во второй половине XIX в., — симметрия физических свойств кристалла не ниже симметрии его кристаллической формы (структуры). Высказанный в такой форме принцип НМК имеет ограниченную применимость. Заслуживает П. Кюри является системная формулировка принципа: при внешнем воздействии на кристалл в системе сохраняются элементы симметрии, общие кристаллу и воздействию, но в физиче-

ских свойствах могут проявиться и новые свойства симметрии (системный эффект).

Вместе с тем предложенный П. Кюри метод определения симметрии системы оказался неуниверсальным, что потребовало специального выяснения связей между симметрией целого и его частей. С открытием квантовой механики была обнаружена специфическая форма, которую принимает принцип детерминизма в микромире, поэтому прямое перенесение классических формулировок (НМК) на эту область оказывается невозможным.

Современное естествознание требует существенного расширения математического аппарата для описания свойств обобщенной симметрии реальных объектов, обладающих иерархией структурных уровней и локальными нарушениями структуры. В теорию симметрии целесообразно включить все алгоритмы порождения структур целостных объектов. Этого же требует и ОТС Ю. А. Урманцева, предусматривающая моделирование процессов развития систем по обобщенным алгоритмам симметрии.

## *1. Группы симметрии и их представления*

Идея симметрии была формализована в математике в понятии группы. По самому общему определению, математическая группа есть конструкция  $\langle G, \circ \rangle$ , задаваемая множеством элементов произвольной природы  $G = \{g_1, g_2, \dots\}$  и двухместной (бинарной) операцией «умножения»  $(\circ)$ , которая ставит в однозначное соответствие любой паре элементов  $g_i, g_j \in G$  их «произведение» — элемент  $g_k = g_i \circ g_j \in G$ . Любая группа является группой симметрии самой себя, поскольку под действием  $g_i \in G$  групповое множество сохраняется инвариантным,  $g_i \circ G = \{g_i \circ g_1, g_i \circ g_2, \dots\} = \{g_1, g_2, \dots\} = G$ .

В отличие от абстрактной группы  $G$ , элементы которой не конкретизированы, конкретная группа  $G_R$  есть система  $\langle G_R, \circ; \times, R \rangle$ , определяемая всеми свойствами группы  $\langle G_R, \circ \rangle$  и таким действием  $(\times)$  элементов  $g_i \in G_R$  на конкретное множество  $R = \{r_1, r_2, \dots\}$ , в результате которого  $g_i \times R = \{g_i \times r_j\} = R$ , причем  $g_i \times r_j = r_k \in R$ , если  $g_i \circ g_j = g_k \in G$ . В силу этого свойства  $G_R$  является группой симметрии не только самой себя (по операции  $\circ$ ), но и множества  $R$  (по операции  $\times$ ). Можно сказать, что группа  $G_R$  переносит на множество  $R$  свою структуру, превращая  $R$  в «орбиту» группы  $G_{Rr_1} = \{g_i \times r_1 = r_i\} = R$ .

Группы  $G_R$  неразрывно связаны со структурой объекта  $R$ , т. е. с его членением на эквивалентные по группе  $G_R$  части. Как выбор объекта  $R$  конкретизирует группу  $G_R$  по действию  $G_R \times R = R$ , так и существование у  $R$  симметрии  $G_R$  превращает  $R$  в орбиту или в совокупность орбит:  $G_R g_1^1 \oplus G_R g_1^2 \oplus \dots = R$ . Группы симметрии  $G_R$  устанавливаются с той же точностью, с какой устанавливается структура объекта  $R$ . Поэтому вообще они имеют приближенный и относительный характер. Один и тот же объект  $R$  может иметь множество групп  $G_R^I$ , действующих на различных структурных уровнях.

Любая группа  $G_R$ , по определению, находится в одно-однозначном (изоморфном) соответствии со «своей» абстрактной группой. Если она изоморфна какой-то другой конкретной группе  $G_{R'}$ , это значит, что в соответствии  $g_i \leftrightarrow g'_i$ ,  $g_j \leftrightarrow g'_j$  находятся не только элементы групп, но и их произведения  $g_i \circ g_j = g_k \leftrightarrow g'_k = g'_i \circ g'_j$ . Другим важнейшим отношением между группами является гомоморфизм  $G_R \rightarrow G_{R'}$ , определяемый как многозначное отображение элементов старшей группы, сгруппированных в классы  $g_i H = g_i \{g_1, \dots, g_k\} = \{g_{i1}, \dots, g_{ik}\} \in G_R$ , на элементы младшей группы  $g_i \in G_{R'}$ . Как и изоморфизм, гомоморфизм сохраняет групповую операцию: из  $g_i H \leftrightarrow g'_i$ ,  $g_j H \leftrightarrow g'_j$  следует, что произведение элементов  $g_i \in g_i H$ ,  $g_j \in g_j H$  лежит в классе  $g_i g_j H = g_{n_k} H$ , соответствующем элементу  $g'_k = g'_i \circ g'_j \in G_{R'}$ .

Множество  $H = \{g_1, \dots, g_k\}$ , по которому  $G_R$  разбито на классы  $g_i H$ , образует инвариантную подгруппу  $H \subset G_R$ . Оно замкнуто относительно той же операции  $(\circ)$ , которая действует в  $G_R$ : из  $g_i, g_j \in H$  следует  $g_i \circ g_j \in H$ . Отображение  $G_R \rightarrow H$ , очевидно, есть гомоморфизм, называемый естественным, поскольку элементы  $H$  образуют подмножество в  $G_R$ . Любая группа  $G_R$ , изоморфная или гомоморфная группе  $G$ , называется ее представлением. Среди представлений групп наиболее важными являются группы операторов  $\hat{G}_\varphi \leftrightarrow G_R$ , действующие в пространстве функций  $\varphi(r)$ ; по определению,  $\hat{g}_i \times \varphi(r) = \varphi(g_i^{-1} r)$ , где  $g_i^{-1}$  — такой обратный элемент к элементу  $g_i \in G_R$ , что  $g_i^{-1} \circ g_i = g_i \circ g_i^{-1} = e$  — операция отождествления,  $e \circ g_i = g_i \circ e = g_i$ .

## 2. Принцип симметрии и общая теория систем

Универсальность проявлений симметрии в природе выражается предельной общностью понятий, включенных в определение симметрии. В математике нет более общего понятия, чем понятие

множества. А у материи нет более важного атрибута, чем атрибут движения, преобразования, изменения. Объединение понятий множества и преобразования в единую систему порождает математическую конструкцию — группу, свойства которой кратко описаны в предыдущем параграфе. Особый характер этой операции заключается в том, что она, преобразуя множество, сохраняет его. Группа является отражением диалектического единства изменения и сохранения, преобразования и инварианта. В групповом преобразовании меняются бинарные отношения между элементами множества, но система всех отношений и само множество совпадают с собой. При изменении, которому подвергается система  $\langle G_R, \circ \rangle$ , группа симметрии сохраняет количественный и качественный состав как самого множества  $G_R$ , так и всей совокупности бинарных отношений между элементами  $G_R$ , которые определяют структуру системы. То же можно сказать о множестве  $\langle G_R, \times \rangle$   $R = R$ . Любая система, составленная из множества  $G$  и системы сохраняющих преобразований  $\langle \circ, \times \rangle$ , есть математическая группа.

Условие быть сохраняющими преобразованиями по отношению к групповым преобразованиям, конечно, является ограничивающим. Не всякая изменяющаяся система есть группа. Однако понятия изоморфизма и гомоморфизма множеств, органически входящие в теорию групп, позволяют в значительной мере ослабить это ограничение. Изоморфизм между элементами абстрактной и конкретной групп  $\langle G, \circ \rangle \leftrightarrow \langle G_R, \circ, \times \rangle = \langle G_R, \otimes \rangle$  позволяет установить на множестве  $R$  групповую структуру и выявить тем самым свойства симметрии этого объекта. Развитие структурного объекта есть переход  $G_R \leftarrow G_{R'}$  от группы к группе.

Изоморфизм есть преобразование, сохраняющее количественный состав, но (в общем случае) изменяющее качественный состав систем, связанных отношением  $(\leftrightarrow)$ . В гомоморфном отображении  $(\rightarrow)$  старшей системы на младшую изменяется и количественный и качественный состав младшей системы. Инвариантом количественно-качественного преобразования  $\langle G_R, \otimes \rangle \rightarrow \langle G_{R'}, \otimes \rangle$  служит вид функции  $f(\langle G_R, \otimes \rangle) = \langle G_{R'}, \otimes \rangle$ , записываемой как отображение  $f: \langle G_R, \otimes \rangle \rightarrow \langle G_{R'}, \otimes \rangle$ , но не количественно-качественный состав исходного множества  $\langle G_R, \otimes \rangle$  или множества  $\langle G_R, \otimes \rangle R$ .

С понятием группы математика, изучающая количественные отношения вещей, получила новое средство познания. Аппарат теории групп превратился в наши дни в мощное средство качественного анализа систем, позволяющего выявлять их теоретико-групповую структуру, т. е. симметрию. Для практического использования учения о симметрии необходимо овладеть мате-

матическим аппаратом теории групп, включающим и теорию представлений групп. Но понять принцип использования этого аппарата можно на простых примерах и без излишней математической формализации. Попробуем далее осуществить такой качественный анализ с применением предложений (законов) ОТС Ю. А. Урманцева.

В нашем анализе отношений, связывающих абстрактную систему (каковой является ОТС) с конкретными системами, мы выделим лишь симметрический аспект. Исходными в этом анализе будут важнейшие законы в ОТС Ю. А. Урманцева: *закон системности (предложение 2)*, гласящий, что любой объект есть объект-система, наделенная по предложению 1 внутренней структурой и включенная по определению 4 в охватывающую систему объектов данного рода или разных родов; *основной закон ОТС (центральное предложение)*, согласно которому объект-система в рамках системы объектов данного рода благодаря своему существованию будет переходить в себя или в другие объекты-системы по основным преобразованиям (тождественному, количественному, качественному, относительному) и их допустимым сочетаниям.

Как известно, в качестве аксиоматических предпосылок ОТС Ю. А. Урманцев выбирает пять условий: (1) существование, (2) множество объектов, (3) единое, (4) единство, (5) достаточность — и дает следующее определение системы: «Система  $S$  — это  $i$ -е множество композиций  $M_i$ , построенное по отношениям  $g_j \in \{R_i\}$ , законам композиции  $z_i \in \{Z_i\}$  из «первичных» элементов  $k_s$  множества  $M_i^{(0)}$ , выделенного по основанию  $A_i^{(0)}$  из множества  $M$ ». Введение Ю. А. Урманцевым в ОТС общих законов композиции отличает его вариант ОТС от параметрического варианта А. И. Умова [30—32] и теоретико-множественного («категориального») варианта М. Месаровича и Я. Такахары [22]. Если множество законов композиции пусто,  $\{Z_i\} = \emptyset$ , получаем определение системы по А. И. Умову («система как множество объектов, на которых реализуется заранее определенное отношение с фиксированными свойствами»). Если же конкретизирован способ получения отношений и законов композиции, получаем определение по М. Месаровичу (системами по [22] называются морфизмы упорядоченной категории бинарных отношений множеств  $X, Y, Z \dots$  (или категории систем над категорией множеств)  $R \subset X \times Y, S \subset Y \times Z$  с законом композиции  $RS = \{(x, z) \mid \exists y (x, y) \in R \wedge (y, z) \in S\}$  [см.: 3]).

Перейдем теперь к симметрическому аспекту ОТС. В ОТС, пишет Ю. А. Урманцев, симметрия выступает как свойство системы «С» совпадать с самой собой по признакам «П» после



изменений «И» (см. с. 192 настоящей книги). Необходимым дополнением категории симметрии будет соответствующая ей асимметрия или промежуточная категория — диссимметрия, «обозначающая сохранение (несохранение) признаков «П» системы «С» относительно части изменений множества {И}». Далее он отмечает, что требования, предъявляемые определениями симметрии и диссимметрии к условиям их реализации, столь общи, что им отвечают все формы движения и все формы существования материи — словом, вся реальность — материальная и идеальная, объективная и субъективная (см. с. 194 настоящей книги).

Соглашаясь с этими высказываниями в целом, изложим свою точку зрения на ряд трудных мест ОТС, требующих дополнительных разъяснений или необходимых корректив.

### *3. Универсальна или неуниверсальна симметрия?*

Как известно, в ходе исторического развития понятие «симметрия» было конкретизировано с помощью понятия «группа симметрии», а плодотворность такого ограничения объема понятия, доказанная развитием точных наук, породила в литературе тенденцию к отождествлению симметрии с тем, что может быть формализовано в терминах математической группы. Но такое отождествление неправомерно. Основанием для отождествления могла бы служить известная связь групп симметрии со структурными инвариантами, физическими законами сохранения. Однако не только преобразования из группы преобразований порождают инварианты. Например, множество  $S_X$  всех преобразований, а не только взаимно однозначных отображений произвольного множества  $X$  на себя есть полугруппа [9]. Инвариантом  $S_X$  выступает некоторое неподвижное подмножество  $X^*$  множества  $X$ . Группа  $G_X$  (частный случай полугруппы) обладает единицей  $e$  и обратными преобразованиями  $g_i^{-1}$  для каждого преобразования  $g_i \in G_X$ ,  $g_i g_i^{-1} = e$ , тогда как в полугруппе обратные преобразования не определены. Особые инварианты связаны и с группоидом — наиболее общей алгебраической системой  $\langle G, \circ \rangle$ , задаваемой множеством  $G$  и бинарной операцией  $(\circ)$ , от которой не требуется свойства ассоциативности. Полугруппа — это группоид с ассоциативной операцией  $(\circ)$ , а у группы эта операция удовлетворяет и другим (всем четырем) групповым аксиомам.

Имеются все основания для обобщения понятия симметрии [40; 8; 10; 14], не ограниченного групповой формализацией. В со-

ответствующих ситуациях мы с полным правом можем говорить о группах, полугруппах или группоидах симметрии. Например, полугруппы симметрии уже нашли применение в математической лингвистике (они совпадают с алгоритмом порождения грамматик для контекстно свободных языков [4]), в искусствоведении (инварианты и симметрические преобразования художественных структур [10; 14]), во флуктуационной теории фазовых переходов («ренорм-группа» [27]), в квантовой теории поля (подгруппа или полугруппа путей [21]) и т. д. Остановимся на последнем примере подробнее.

Полугруппа параметризованных путей позволяет вывести из групповых соображений не только кинематику, но и динамику частицы во внешнем поле. Частный случай этой полугруппы — группа путей есть обобщение известной группы трансляций. В этом формализме функции (поля)  $\Psi(x)$  зависят не от точки пространства-времени, а от пути, ведущего в эту точку. Соответственно групповая операция умножения определяется последовательным прохождением путей-сомножителей [см.: 21. С. 9, 11, 21, 22]:  $(2 \leftarrow 1) \times (1 \leftarrow 0) = (2 \leftarrow 1 \leftarrow 0)$ .

Специальные типы группоидов (так называемые группоиды Брандта) применяются в ядерной физике для классификации структур атомных ядер [8].

Можно показать [41; 15; 42], что любую алгебраическую систему  $\langle G, \circ \rangle$ , у которой бинарная операция ( $\circ$ ) не удовлетворяет одному или нескольким условиям (ассоциативности, существования единичного и обратных элементов), введением соответствующих локальных компенсирующих преобразований  $w = p(r)$  можно перевести в разряд так называемых цветных позиционных групп  $W$ -симметрии, которые включают в себя все ранее известные обобщения классических групп (далее, в главе 9, последние рассмотрены на примере кристаллографических групп). В ряде статей [см.: 41; 15; 42] мы пояснили идею перехода к обобщенной  $W$ -группе на конкретном примере — двумерной модели реального кристалла с точечным дефектом.

Из определенного в указанных работах действия полевого оператора  $\langle w | g \rangle$  на «цветную» точку  $(c_i, r_j)$ , где цвета  $c_i$  обозначают различные негеометрические качества, приписанные точкам  $r_j$ , например знаки  $c_1 = +$ ,  $c_2 = -$ , связанные оператором  $1^*$ ,  $1^*c_1 = c_2$ ,  $1^*c_2 = c_1$ ,

$$\langle p_k \dots p_k | g_k \rangle (c_i, r_j) = (p_k c_i, g_k r_j) = (c_i', r_j'), \quad (1)$$

$$j, k = 1, \dots, n, p_k \in \{1, 1^*\} = P,$$

можно найти все обобщенные операторы

$$\langle p_k^1 p_k^2 \dots p_k^n | g_k \rangle \in G_R^{(w)} \subset (P^1 \times P^2 \times \dots \times P^n) s \{g_1, \dots, g_n\} = \\ = P^G s G_R, G_R^{(w)} \leftrightarrow G_R, \quad (2)$$

образующие подгруппу  $G_R^{(w)} \leftrightarrow G_R$  в группе сплетения  $P^G s G_R$  двух групп — группы симметрии идеальной модели  $G_R$  и группы локальных преобразований  $P = \{p_k\}$ , компенсирующих локальные нарушения структуры. Из последовательного действия двух полевых операторов на цветную точку следует также закон позиционного умножения операторов:  $\langle w_j | g_k \rangle \in G_R^{(w)}$ .

Если отказаться от части конструирующих группу  $\langle G_R, \otimes \rangle$  условий, то это приведет к полугруппе или группоиду  $\langle C_R, \otimes \rangle$ . В таком случае нарушенную симметрию можно восстановить введением локальных компенсирующих преобразований  $(*)$  на уровне групп  $W$ -симметрии  $\langle G_R, \otimes, * \rangle \leftrightarrow \langle G_R, \otimes \rangle$ , у которых двойная, глобально-локальная операция  $(\otimes, *)$  является полевой операцией  $\langle p(r_j) | g_k \rangle$ , зависящей от положения точки  $r_j$ . Взяв в качестве  $G_R$  евклидову группу  $E(3)$  и сплетая ее с группой  $P$  перестановок локальных состояний  $\Psi(r)$  материальных точек  $(\Psi(r), r)$ , получим обобщенную группу симметрии  $E^{(w)}(3)$  материального пространства  $\{(\Psi(r), r)\}$ , в подгруппах которой  $G_R^{(w)}$  будет реализована восстановленная симметрия всех вложенных в это пространство материальных структур. Обобщенная симметрия целостных геометрофизических объектов, определенных в таких пространствах, в ходе их эволюции не исчезает, а лишь преобразуется из одного вида в другой (закон сохранения (неубывания) абстрактной симметрии для (квази) изолированных систем) [см.: 40—43; 24; 12].

С каждой цветной группой  $G_R^{(w)} \leftrightarrow G_R$  геометрофизического объекта органически связана определенная диссимметрия, определяемая как дополнение  $G_R^{(w)} \setminus N$  подгруппы  $G_R^{(w)} \cap G_R = N \subset G_R^{(w)}$  до группы  $G_R^{(w)} = N + \{G_R^{(w)} \setminus N\} \leftrightarrow G_R$ , где символом  $(\cap)$  обозначено пересечение, т. е. общая классическая подгруппа двух изоморфных друг другу групп. Для классификации цветных групп важное значение имеют промежуточные подгруппы  $G_R^{(w)} \supset N_1^{(w)}, N_{1,2}^{(w)}, \dots, N$ , сохраняющие в ходе эволюции системы фиксированное качество системы (один цвет) или два таких качества (два цвета) и т. д. Сохранение всех  $N_1^{(w)}, N_{1,2}^{(w)}, \dots, N$  подгрупп фиксирует фазу развития геометрофизического объекта, а изме-

нение хотя бы одной из них описывает фазовый переход к новому качественному состоянию развивающегося объекта.

В работах А. В. Шубникова, Н. Ф. Овчинникова, И. И. Шафрановского, И. С. Желудева и в ряде наших работ [6; 12; 24; 35; 40; 43] приводятся примеры, иллюстрирующие закон сохранения абстрактной симметрии для (квази) изолированных физических систем: при переходе из параэлектрической в сегнетоэлектрическую фазу макроскопический образец разбивается на однородно поляризованные области с пониженной симметрией  $H \subset G_R$ , но утраченные при фазовом переходе операции  $g \in [G_R \setminus H]$  не исчезают, а преобразуются в операции связи таких областей (доменов); при фазовом переходе в магнитоупорядоченную фазу классическая подгруппа  $G_R \subset G_R \times I'$  парамагнитной группы преобразуется в группу магнитной симметрии  $G'_R = \{g_1, \dots, g_n\} + g' \{g_1, \dots, g_n\} = H + g'H \leftrightarrow G_R$ ,

$$g' \in I'H \subset G_R \times I', \quad g' = gI' \notin G_R.$$

Через  $I'$  здесь обозначен оператор инверсии локального магнитного момента атома  $\hat{s}(r)$ ; комбинированные операторы  $I'g_i \in I'H$  преобразуют  $\hat{s}(r)$  в  $I'g_i \cdot \hat{s}(r) = I'\hat{s}(gr) = -\hat{s}(r')$ .

Анализируя модель Фридмана расширяющейся «горячей» Вселенной, Д. И. Блохинцев пришел к заключению, что видимая нами Вселенная (Метагалактика) не могла бы образоваться в пределах четырехмерного мира (временная  $t$  и три пространственные координаты  $x, y, z$ ). Он предложил гипотезу о существовании более обширного Метапространства с размерностью  $n > 4$ , в котором свободно движутся Метатела и антитела, четырехмерные большие и малые миры-фридмоны. Наша Метагалактика образовалась при столкновении таких Метател, приведшем к «Большому взрыву». Естественно предположить, что в Метапространстве могут существовать различные по размерам и внутренней геометрии Метагалактики, возникшие в результате столкновений различных Метател [см.: 1. С. 63, 64].

Положение о несотворимости и неуничтожимости материи, реализованное в модели Метапространства Д. И. Блохинцева, естественно, приводит к гипотезе о существовании универсальной группы симметрии такого Универсума, абстрактно сохраняющейся во всех фазах его развития.

$$G_R^{(w_1)} \leftrightarrow G_R^{(w_2)} \leftrightarrow \dots \leftrightarrow G_R^{(w_\infty)} \quad (3)$$

Сходная ситуация наблюдается и в микромире — физическом вакууме, универсальная симметрия которого сохраняется

в описанном выше смысле за счет постоянно происходящих спонтанных нарушений и восстановлений симметрии обменивающихся состояниями виртуальных частиц [33; 23; 36]. Более наглядно картину флуктуаций симметрии-диссимметрии в пространстве-времени можно представить с помощью динамической модели кристалла: его атомы колеблются около положений равновесия, занимающих узлы трехмерно периодической кристаллической решетки или узлы ее подрешеток. Стационарная пространственная симметрия кристалла проявляется лишь через диссимметрию его мгновенных состояний и наоборот [40. С. 294]. Идея компенсации нарушений симметрии постоянно используется физиками-теоретиками, когда они сталкиваются с нарушениями физических законов сохранения, например пространственной четности  $P$  в реакции радиоактивного  $\beta$ -распада  $\text{Co}^{60}$  или комбинированной  $CP$ -инвариантности при распаде нейтрального  $K$ -мезона на  $\pi$ -мезоны [40. С. 287]. Эта идея возводится в методологический принцип познания закономерностей природы [25. С. 109].

Симметрия как принцип теоретического знания прекрасно выявлена Е. Вигнером [2. С. 45—47] в иерархической схеме: на нижнем уровне этой схемы находится физическая реальность (физические структуры и процессы); на среднем — физические законы, отражающие пространственно-временные инварианты этих процессов и структур; на высшем — принципы инвариантности (симметрии) самих физических законов, выявляющие их относительность (область существования). Эти физические законы едины для Вселенной на данном этапе ее эволюции. Следовательно, неизменными являются и сохраняющие их фундаментальные симметрии. Однако, считает Д. И. Блохинцев, «при больших плотностях материи в начале расширения Вселенной физические законы могут оказаться принципиально отличными от тех, которые мы сейчас знаем и которые мы сейчас склонны рассматривать как некие вечные принципы» [1. С. 65].

Так, по нашему мнению, обстоит дело с парой симметрия-асимметрия с ее промежуточными (диссимметричными) градациями, компоненты которой советские философы В. С. Готт и А. Ф. Перетурин рассматривают как философские категории\* [5] и которая формализована здесь в универсальной конструкции охватывающих сплетений позиционно-компенсационных групп и их конкретных подгрупп.

\* См. также: Готт В. С. Философские вопросы современной физики. М., 1967. С. 240 и др.

#### 4. Принцип симметрии

Из принципа структурности форм существования и движения материи, конкретизирующего диалектико-материалистическое учение о несотворимости и неуничтожимости материи и ее неотъемлемого атрибута — движения, и из неразрывной связи структуры любой системы с симметрией, понимаемой в обобщенном смысле с учетом ее глобальных и локальных, стационарных и динамических аспектов, вытекает универсальный принцип симметрии, столь же общий, как и принцип системности и структурности. Кратко его можно сформулировать так: любая система симметрична. Это значит, что для любой системы, наделенной структурой, можно установить отношения позиционно-компенсационной эквивалентности между всеми структурными элементами, совокупность которых образует группу *W*-симметрии системы. Группы *W*-симметрии конкретных систем как подгруппы входят в универсальную накрывающую группу *W*-симметрии Универсума и в свою очередь распадаются на системы (сплетения) подгрупп, каждая из которых определяет симметрию структурного уровня системы, выделенного по тому или иному основанию.

Ввиду континуальной мощности групп *W*-симметрии возможность их установления для любой реальной системы является лишь принципиально реализуемой. В естествознании XX в. эмпирически сложился и нашел теоретическое обобщение локально-уровневый принцип симметрии, сформулированный нами следующим образом: «У любого материального объекта существуют симметрические уровни структурной организации, взаимодействующие с другими и проявляющиеся в системе его свойств и взаимодействий со средой» [43; 12]. Именно так понимают принцип симметрии авторы сборника «Принцип симметрии. Историко-методологические проблемы» [28] и многих других современных физико-методологических исследований.

Возможность установления или прогнозирования симметрии подсистемы более реалистична, так как опирается на опыт модельного теоретического знания. Отвлекаясь от несущественных связей, модельный подход позволяет осуществить формализацию отношений симметрии выделенных структурных уровней исследуемой системы в виде более простых алгоритмов — групп, полугрупп и группоидов симметрии и их известных обобщений — групп цветной симметрии в различных конкретных проявлениях (магнитная, комплексная, фазовая, пространственно-временная, стационарная, динамическая и др.).

Между группой симметрии системы и группами симметрии ее подсистем существуют известные связи, о которых будет сказано

подробнее в разд. 6 данной главы. Они позволяют по известной симметрии выделенной подсистемы установить или оценить возможную симметрию совокупности таких подсистем или системы в целом и системную иерархию симметрий. Локально-подсистемный принцип симметрии, объединенный с принципом связи симметрии подсистем (принципом Шубникова — Кюри), удовлетворяя требованиям системности научного исследования, является в наши дни эффективным инструментом получения и классификации нового естественнонаучного знания.

## 5. О моделях развития систем (симметрический аспект проблемы)

Исследуем более конкретно вопрос о конструкциях, в которых формализуется идея развития в ОТС. В общем виде ответ на этот вопрос содержится в эволюционике Ю. А. Урманцева — системной науке о развитии (см. с. 115 настоящей книги). Мы выделим лишь симметрический аспект проблемы. Объекты-системы, действующие в ОТС, либо наделены свойствами материального существования и развития, либо являются идеальными образами этих систем, и уже потому они (при максимально возможной общности) суть все же конкретные объекты-системы. Следовательно, и на возможную симметрию таких систем накладываются определенные ограничения.

Любая развивающаяся система представляет собой диалектическое единство (меру) количественно-качественных отношений и их пространственно-временных изменений между структурными элементами в ходе развития системы [20]. Если отвлечься от всех качественных признаков, единственными количественными характеристиками такой абстрактной системы будут число ее структурных элементов  $N$  и число способов их упорядочения в структуре. Мы можем пронумеровать эти элементы  $N! = 1 \cdot 2 \cdots (N-1) \cdot N$  способами и на множестве всех возможных и эквивалентных в количественном отношении «энок» (последовательностей цифр  $12 \dots N$ ,  $23 \dots N1$ ,  $34 \dots N12$ , ...,  $N12 \dots N-1, 21 \dots N$ ,  $32 \dots N1$ , ...,  $1N2 \dots N-1$  и т. д.) образовать симметрическую группу подстановок

«энок»  $S_N = \left\{ s_j \mid s_j = \begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & N \\ i_1 & i_2 & \dots & i_N \end{pmatrix} \right\}$ . Под действием любой подста-

новки  $s_j \in S_N$  множество эквивалентных описаний нашей системы переходит само в себя. Следовательно, мы можем сравнивать и различать (классифицировать) абстрактные объекты-системы по их мощности  $N$  и числу способов структурного упорядочения

элементов, определяемому группой  $S_N$ . Так как инвариантом структурных перенумеровок выступает сама объект-система, группу  $S_N$  и следует принять за группу симметрии этой системы.

Пусть теперь каждый структурный элемент объекта-системы наделен некоторым качеством («цветом»), взятым из множества  $M$  возможных качеств, абстрактно характеризуемого симметрической группой подстановок  $S_M$  порядка  $M!$  Для начала допустим, что каждому элементу объекта-системы приписан только один цвет и пусть функция  $y=f(x)$  с областью определения  $X=\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$  и областью значений  $Y \approx y_1, y_2, \dots, y_M$  определяет все возможные способы распределения  $M$  цветов  $Y_j$ , взятых по одному, по элементам  $x_1, x_2, \dots, x_N$ . Обозначим через  $P$  произвольную подгруппу подстановок  $P \subset S_M$ . Тогда число возможных раскрасок нашей системы будет определяться теоремой перечисления Пойя [26], а группой симметрии цветной системы будет старшая цветная  $W$ -группа — сплетение (wreath product) группы  $S_N$  с группой подстановок  $P \subseteq S_M$  [41; 15; 42]:

$$PwrS_N = (P \times P \times \dots \times P)^{N!} s_{S_N} = P^{S_N} S_N = \\ = \left\{ \langle p_1 \dots p_N | s_i \rangle \mid p_i \in P, s_i \in S_N \right\}, S_N \times X \rightarrow X. \quad (4)$$

Не представляет труда обобщить эту конструкцию на случай кратной цветной  $W$ -симметрии, когда каждому структурному элементу  $x_i \in X$  приписано несколько (может быть, и бесконечно много) качеств  $y_j \in Y$  [см.: 40. С. 270]. На примере более простых групп  $P$ -симметрии — прямых произведений ( $\times$ ) кристаллографических точечных и пространственных групп  $G$  с группой подстановок конечного (невысокого) порядка  $P$  — такое обобщение продемонстрировано в главе 9, в которой дана и более подробная библиография.

Группы (4) и их обобщения представляют собой самую общую комбинаторную конструкцию для учета свойств симметрии объектов-систем, количественно-качественные характеристики которых не связаны какими-либо внутренними условиями помимо комбинаторных. Частным случаем таких групп являются группы кратной антисимметрии, играющие важную роль в теории диссфакторов Ю. А. Урманцева и в предложении 6 его варианта ОТС. Ю. А. Урманцев приводит фрагмент таблицы умножения группы симметрии объекта-системы, циклически повторяющегося в ходе эволюции три своих возможных состояния: 1,



2, 3. Условие цикличности задает на множестве состояний 1, 2, 3 ориентацию, что позволяет поставить в соответствие этой группе (по изоморфизму) ориентированный граф или группу вращений правильного треугольника — подгруппу группы  $S_3$ . Таблицы умножения интересующих нас групп имеют следующий вид.

Таблица 1

	$\hat{\Gamma}$	$K_L$	$K_L^{-1}$			1	3	$3^{-1}$			$\hat{\Gamma}$	$K_L$	$K_L^2$	...
$\hat{\Gamma}$	$\hat{\Gamma}$	$K_L$	$K_L^{-1}$	$\longleftrightarrow$	1	1	3	$3^{-1}$	$\longleftrightarrow$	$\hat{\Gamma}$	$\hat{\Gamma}$	$K_L$	$K_L^2$	...
$K_L$	$K_L$	$K_L^{-1}$	$\hat{\Gamma}$	$\longleftrightarrow$	3	3	$3^{-1}$	1	$\longleftrightarrow$	$K_L$	$K_L$	$K_L^2$	$K_L^3$	...
$K_L^{-1}$	$K_L^{-1}$	$\hat{\Gamma}$	$K_L$	$\longleftrightarrow$	$3^{-1}$	$3^{-1}$	1	3	$\longleftrightarrow$	$K_L^2$	$K_L^2$	$K_L^3$	$K_L^4$	...
										...	...	...	...	...

Здесь  $K_L$  — специфический (циклический) оператор количественных изменений. Определяя операцию умножения как последовательное прохождение (векторную сумму) путей в графе состояний, моделируемом треугольником с вершинами 1, 2, 3, находим отношения эквивалентности  $(1 \rightarrow 2) + (2 \rightarrow 3) = (1 \rightarrow 3) = (3 \rightarrow 1)^{-1}$  (короче,  $\vec{12} + \vec{23} = \vec{13} = \vec{31}^{-1}$ ) или  $K_L \cdot K_L = K_L^2 = K_L^{-1}$ ,  $\vec{13} + \vec{32} = \vec{31}^{-1} + \vec{23}^{-1} = \vec{12}$  или  $K_L^{-1} \cdot K_L^{-1} = (K_L^{-1})^2 = K_L$ , что и придает таблице умножения приведенный в табл. 1 вид. Операторам  $K_L$ ,  $K_L^{-1}$  изоморфны подстановки  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 \end{pmatrix} \leftrightarrow 3$ ,  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix} \leftrightarrow 3^{-1}$ , описывающие вращения треугольника на углы 120 и 240°. Подстановки  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ ,  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ ,  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix} \in S_3$  в циклической группе жестких движений треугольника запрещены. Но в динамической группе симметрии  $S_3$  той же системы разрешен обмен между всеми состояниями, и этот вариант также необходимо учесть в ОТС. Равным образом следует учесть в ОТС и общий случай ориентированной циклической группы, порождаемой степенями генератора  $K_L \cdot K_L = K_L^2$ ,  $K_L \cdot K_L^2 = K_L^3$ , ...,  $K_L \cdot K_L^{N-1} = K_L^N = \hat{\Gamma}$ , и все другие подгруппы симметрической группы  $S_N$ , которые с не меньшим основанием могут быть приняты за группы симметрии объектов-систем, задаваемых лишь количественными отношениями.

Из комбинированных преобразований, рассмотренных в предложении 6, остановимся далее на количественно-качественных преобразованиях, описывающих собственно развитие объектов-систем, а не циклический повтор фиксированного числа состояний.

«Новые элементы, связи, зависимости могут возникать без того, чтобы имело место качественное преобразование систем\*, при котором только и можно говорить о развитии»,—пишет А. И. Уемов [32. С. 37]. «По-видимому, более правомерна попытка определить качественное изменение системы не через структуру саму по себе, а через отношение второго порядка — между концептом и структурой или же между структурой и субстратом... такое, при котором структура перестает удовлетворять свойству, отображаемому в концепте, или субстрат перестает реализовывать структуру. Это имеет место при ином, двойственном определении системы [31], когда системообразующие свойства (атрибутивная структура) перестают удовлетворять реляционному концепту системы или же субстрат системы перестает обладать системообразующими свойствами. В соответствии с различными, открывающимися при этом комбинаторными возможностями мы можем получить системную типологию развития, например, оценивая структурное изменение, выводящее за рамки системообразующего свойства» [32. С. 27—28].

Параметрический вариант ОТС А. И. Уеова [31] органически входит в ОТС Ю. А. Урманцева и, по нашему мнению, может быть использован для построения моделей развития конкретных систем. При полиморфных фазовых переходах в кристаллах, например, происходит изменение их пространственной симметрии. Если она понижается, соответственно возрастает сложность структурного описания системы. Действительно, структуру кристалла можно описать как объединение орбит  $R_{\Phi}^{(j)} = \{r_i^{(j)} = \varphi_i r_1^{(j)} \mid \varphi_i \in \Phi, j = 1, 2, \dots, k\}$ , где каждая  $j$ -орбита получается из координат первого базисного атома  $r_1^{(j)}$  действием на него всех преобразований  $\varphi_i$  из группы  $\Phi$ . В цепочке фазовых переходов  $\Phi_1 \supset \Phi_2 \supset \Phi_3$ , где  $\Phi = TG$  — пространственная,  $T = \{\vec{a}, \vec{m}\vec{b}\}$  — трансляционная,  $G$  — точечная группа,

$$\{\vec{a}, \vec{m}\vec{b}\} 4mm \supset \{2\vec{a}, 2\vec{m}\vec{b}\} mm2 \supset \{4\vec{a}, 4\vec{m}\vec{b}\} 2,$$

$$l, m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \quad (5)$$

сложность описания возрастает в последовательности 1:4:32, так как базис структуры задается координатами соответственно одного, четырех и 32 симметрически независимых атомов (рис. 1, а).

\* Примером такого изменения системы является рост кристалла: количественное накопление элементов системы не приводит к изменению структуры кристалла, если его размеры макроскопические ( $L \gg a \sim 10^{-8}$  см).

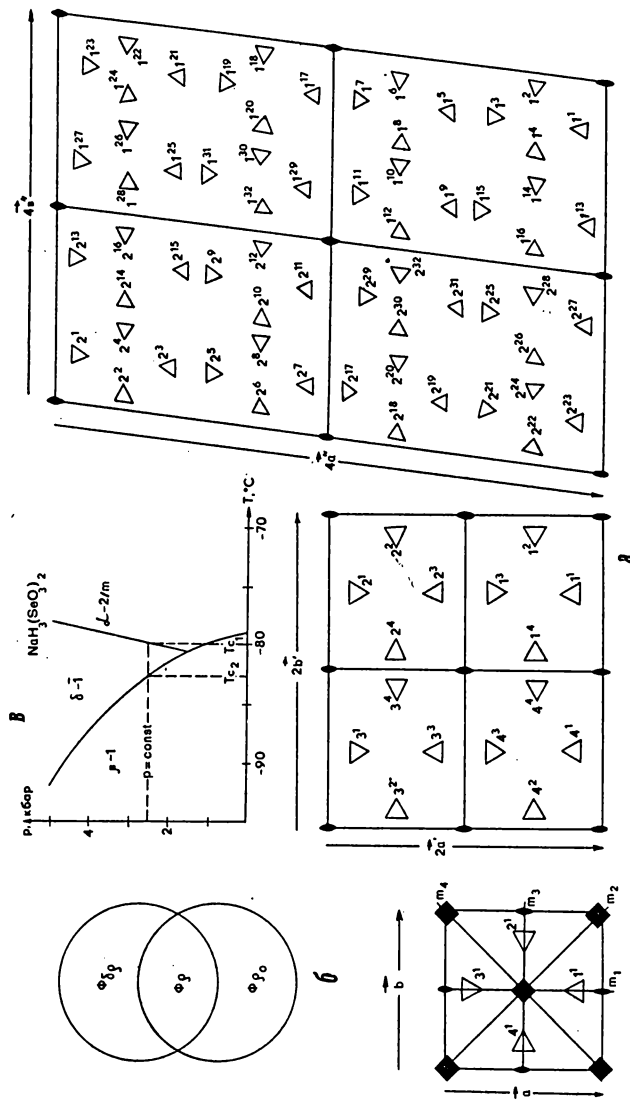


Рис. 1. Характеристика структурных фазовых переходов в кристаллах (а) Цепочке фазовых переходов (5) соответствует перекалбровка элементарных ячеек двумерно-периодических структур. Ортогональные чертуе оси симметрии 2, 4 изображены графическими символами — линзами и квадратами, плоскости симметрии  $m$  — жирными прямыми линиями; (б) изменение пространственной симметрии кристалла в подгруппу  $\Phi_p = \Phi_0 \cap \Phi_p \subset \Phi_0$  идет лишь в том случае, если  $\Phi_{op} \not\subset \Phi_p$ ,  $\Phi_{op} \neq \emptyset$ ; (в) фазовая P — T-диаграмма тригидроселената натрия. Точечные группы фаз:  $\alpha - 2/m$ ,  $\delta - 1$ ,  $\beta - 1$

В термодинамической теории фазовых переходов 2-го рода (ФП-2) Ландау за параметр перехода принимается функция  $\delta\rho(r)$ , возмущающая первоначальное распределение электронной плотности  $\rho_0(r)$  в кристалле. Новому распределению  $\rho(r) = \rho_0(r) + \delta\rho(r)$  отвечает изменение симметрии

$$\Phi_p = \Phi_{\rho} \cap \Phi_{\delta\rho} \subset \Phi_{\rho}, \quad (6)$$

где пересечение  $\cap$  (общая подгруппа двух групп) определяется по принципу П. Кюри. В исходной фазе  $\delta\rho(r) = 0$  и  $\rho(r) = \rho_0(r)$ . Диссимметризация (6) при ФП-2 наблюдается лишь в случае, когда системный параметр  $\delta\rho(r)$  обладает иными, чем  $\rho_0(r)$ , трансформационными свойствами:  $\Phi_{\delta\rho} \not\supset \Phi_{\rho}$  (рис. 1, б).

Ответственные за ФП-2 количественно-качественные изменения в структуре кристалла происходят одновременно в точке (узком температурном интервале) фазового перехода. Выше и ниже температуры перехода —  $T_c$  температурная зависимость функций  $\rho_0(T)$  и  $\rho(T)$  — не меняет качества фаз, определяемого фиксированной симметрией и сложностью системы (рис. 1, в). В последовательности ФП-2 (5) в точках  $T_c$  изменяются масштабы  $\vec{a}$  элементарных ячеек (ЭЯ) (1:2:4), благодаря чему число ЭЯ в макроскопическом образце уменьшается ( $N:N/4:N/16$ ) одновременно с качественным изменением симметрии.

Построим теперь модель развития для системы общего вида  $\{K\chi, K\lambda\}$ , характеризуемой качественными и количественными характеристиками без их дальнейшей конкретизации. Введем символический оператор  $(K\chi|K\lambda)$ , включая в него совокупность количественно-качественных изменений, необходимых и достаточных для перевода системы из качественного состояния  $p$  в состояние  $p+1$ . Обратный оператор  $(K\chi|K\lambda)^{-1}$  будет переводить систему  $\{K\chi, K\lambda\}_p$  в состояние  $\{K\chi, K\lambda\}_{p-1}$ . Определенные таким образом операторы имеют свойства операторов рождения-уничтожения состояний, известных в квантовой механике:  $\hat{a}^+|p\rangle = |p+1\rangle, \hat{a}^-|p\rangle = |p-1\rangle$ , откуда следует  $\hat{a}^+\hat{a}^- = \hat{I}$ ,  $(\hat{a}^+)^{-1} = \hat{a}^-$ ,  $\hat{a}^+\hat{a}^+ = (\hat{a}^+)^2$ ,  $\hat{a}^-\hat{a}^- = (\hat{a}^-)^2$  и т. д.

Расщепим для удобства описания единый оператор  $(K\chi|K\lambda)$  на составные части:  $(K\chi|K\lambda) = (K\chi|\hat{I})(\hat{I}|K\lambda)$ , где  $\hat{I}$  — оператор отождествления. Последовательное действие частей этого оператора на систему  $\{K\chi, K\lambda\}$ , находящуюся в состоянии  $p$ , дает:

$$\begin{aligned} (K\chi|\hat{I})(\hat{I}|K\lambda) \cdot \{K\chi_n, K\lambda_n\} &= (K\chi|\hat{I}) \cdot \{\hat{I}K\chi_n, \hat{I}K\lambda_n\} = \\ &= (K\chi|\hat{I}) \cdot \{K\chi_n, K\lambda_{n+1}\} = \{K\chi K\chi_n, \hat{I}K\lambda_{n+1}\} = \{K\chi_{n+1}, K\lambda_{n+1}\}. \end{aligned} \quad (7)$$

Действие на систему лишь одной компоненты единого операторо-

ра приводит к рассогласованию  $Kл$  —  $Kч$  единства (меры) системы, что и служит движущей силой «фазового перехода» из состояния  $\{Kч_n, Kл_{n+1}\}$  к состоянию  $\{Kч_{n+1}, Kл_{n+1}\}$ . Формально этот переход осуществляется действием компоненты  $(Kч|T)$  на  $\{Kч_n, Kл_{n+1}\}$ . Степени операторов рождения-уничтожения порождают в общем случае бесконечную циклическую группу, определяемую таблицей умножения (табл. 2).

Эта группа ответственна за качественную эволюцию системы в ансамбле состояний

$$\{Kч, Kл\}_{-\infty}, \dots, \{Kч, Kл\}_{n-1}, \{Kч, Kл\}_n, \\ \{Kч, Kл\}_{n+1}, \dots, \{Kч, Kл\}_{+\infty}. \quad (8)$$

Заканчивая краткий анализ конструкций, формализующих идею развития в ОТС, подчеркнем еще раз, что степени количественных изменений системы, не ведущие к ее качественному изменению, образуют в частном случае циклические группы типа приведенных в табл. 1, а в общем случае — группойды. Если число качественных состояний системы  $\{Kч, Kл\}$  конечно, вместо табл. 2 возникают конечные группойды, которые можно превратить в цветные группы  $W$ -симметрии введением локальных компрессирующих преобразований. Действительно, операторы  $(\hat{K}_ч | \hat{K}_л)$ , действующие на систему гегелевской триады «тезис ( $T$ ) — антитезис ( $A$ ) — синтез ( $C=T'$ )», порождают группойд, а не группу, ибо в приведенной ниже таблице умножения (табл. 3) произведения, отмеченные знаком вопроса, в группойде путей не определены или равны элементам, уже встречавшимся в ее строках и столбцах (для сокращения записи таблицы операторы  $(\hat{K}_ч, \hat{K}_л)_{T \rightarrow A}$  обозначены  $(T \rightarrow A)$  и т. д.).

До недавнего времени соображения симметрии учитывались в естественных науках исключительно на языке теории групп и их представлений. Более глубокое проникновение в структуру реальных систем потребовало обобщения групповых конструкций и перехода к негрупповым алгоритмам порождения структур. Соответствующих обобщений аппарата симметрии требует и эволюционика. Мы попытались в этом параграфе наметить некоторые возможные пути таких обобщений.

«Не исключено,— пишет А. И. Уемов,— что дальнейшее развитие ОТС даст средства для более совершенной экспликации (понятия развития системы через понятие сложности.— В. К.). Вместе с тем вполне возможно, что такие экспликации могут быть получены и вне рамок ОТС» [32. С. 28]. При переносе некоторых положений ОТС на конкретные системы следует иметь в виду, что они, как и соображения симметрии, определяют лишь необходимые, но недостаточные условия реализации

Таблица 2

	$\hat{I}$	$\hat{a}^+$	$\hat{a}^-$	$(\hat{a}^+)^2$	$(\hat{a}^-)^2$	...
$\hat{I}$	$\hat{I}$	$\hat{a}^+$	$\hat{a}^-$	$(\hat{a}^+)^2$	$(\hat{a}^-)^2$	...
$\hat{a}^+$	$\hat{a}^+$	$(\hat{a}^+)^2$	$\hat{I}$	$(\hat{a}^+)^3$	$\hat{a}^-$	...
$\hat{a}^-$	$\hat{a}^-$	$\hat{I}$	$(\hat{a}^-)^2$	$\hat{a}^+$	$(\hat{a}^-)^3$	...
						$\leftrightarrow$
$(\hat{a}^+)^2$	$(\hat{a}^+)^2$	$(\hat{a}^+)^3$	$\hat{a}^+$	$(\hat{a}^+)^4$	$\hat{I}$	...
$(\hat{a}^-)^2$	$(\hat{a}^-)^2$	$\hat{a}^-$	$(\hat{a}^-)^3$	$\hat{I}$	$(\hat{a}^-)^4$	...
...	...	...	...	...	...	...

	$\hat{I}$	$(K_q K_n)$	$(K_q K_n)^{-1}$	$(K_q K_n)^2$	$(K_q K_n)^{-2}$	...
$\hat{I}$	$\hat{I}$	$(K_q K_n)$	$(K_q K_n)^{-1}$	$(K_q K_n)^2$	$(K_q K_n)^{-2}$	...
$(K_q K_n)^{-1}$	$(K_q K_n)^{-1}$	$(K_q K_n)^2$	$\hat{I}$	$(K_q K_n)^3$	$(K_q K_n)^{-1}$	...
$(K_q K_n)^2$	$(K_q K_n)^2$	$\hat{I}$	$(K_q K_n)^{-2}$	$(K_q K_n)$	$(K_q K_n)^{-3}$	...
$(K_q K_n)^{-2}$	$(K_q K_n)^{-2}$	$(K_q K_n)^3$	$(K_q K_n)^{-3}$	$(K_q K_n)^4$	$\hat{I}$	...
...	...	...	...	...	...	...

Таблица 3\*

	$\hat{I}$	$(T \rightarrow A)$	$(A \rightarrow T')$	$(T \rightarrow T')$	...
$\hat{I}$	$\hat{I}$	$(T \rightarrow A)$	$(A \rightarrow T')$	$(T \rightarrow T')$	...
$(T \rightarrow A)$	$(T \rightarrow A)$	$?$	$?$	$?$	...
$(A \rightarrow T)$	$(A \rightarrow T)$	$(T \rightarrow T')$	$?$	$?$	...
$(T \rightarrow T')$	$(T \rightarrow T')$	$?$	$?$	$?$	...
...	...	...	...	...	...

\* В бесконечной цепи переходов  $T \rightarrow A \rightarrow T' \rightarrow A' \rightarrow T'' \rightarrow \dots$  действует циклическая группа, порождаемая подстановкой  $p = \begin{pmatrix} TA & T'A' & \dots \\ AT' & A'T'' & \dots \end{pmatrix}$ .

конкретных систем и конкретных путей их развития. Достаточные условия может дать лишь конкретная теоретическая модель, верифицированная экспериментом.

## *6. Системно-симметричный аспект принципа причинности*

Необходимым дополнением принципа симметрии служит принцип П. Кюри (ПК) (с его обобщениями), позволяющий найти или оценить симметрию системы по известной симметрии ее подсистем и перенести соотношения симметрии с одного уровня структурной организации системы на другой, связанный с первым причинно-следственными связями. Историческими «предшественниками» принципа Кюри были установленные в кристаллографии формулировки: «Оптическая симметрия кристалла в точности соответствует его геометрической симметрии» (В. Вайвелл, 1830); «Материал в отношении физических свойств обнаруживает симметрию того же рода, что и его кристаллографическая форма» (Ф. Нейман, 1850—1885); «Группа симметрии кристалла есть подгруппа симметрии всех возможных в этом кристалле физических явлений» (В. Миннигероде, 1884) [цит. по: 40. С. 283]; «Явление может существовать лишь в среде, симметрия которой совместима с характеристической симметрией явления» (П. Кюри, 1884, 1894) [ср.: 19. С. 93, 94, 102, 103]:

$$G_{кр} = G_{св_1} \cap G_{св_2} \cap \dots = \cap G_{св_i} \subseteq G_{св_i}, \quad G_{ср} = \cap G_{явл_i} \subseteq G_{явл_i}. \quad (9)$$

Формулировку (9) мы называли принципом Неймана — Миннигероде — Кюри (ПНМК) (рис. 2, а) [см.: 40. С. 283]. Глубокое системное обобщение принципа ПНМК дал П. Кюри в 1894 г.: «...при наложении нескольких явлений различной природы в одной и той же системе их диссимметрии складываются. Элементами симметрии системы остаются только те, которые являются общими для каждого явления, взятого отдельно.

Когда некоторые причины производят некоторые действия, элементы симметрии причин должны обнаруживаться в этих произведенных действиях. Когда некоторые действия проявляют некоторую диссимметрию, эта диссимметрия должна обнаруживаться и в причинах, их порождающих.

Положение, обратное этим двум, несправедливо по крайней мере практически, т. е. произведенные действия могут быть более симметричными, чем причины» [19. С. 102].

Принимая во внимание, что под диссимметрией объектов (явлений, причин) П. Кюри понимал дополнение  $D_X = (\bar{G} \setminus G_X)$

группы симметрии  $G_X$  объекта  $X$  до некоторой универсальной группы  $\tilde{G} = G_X + D_X$ , а под сложением диссимметрий — их теоретико-множественное объединение, можно пояснить первую часть формулировки П. Кюри геометрической иллюстрацией (рис. 26) и заменить сложение диссимметрий более удобным пересечением групп симметрии, приводящим к эквивалентному определению группы симметрии системы:

$$G_{\text{сист}} = G_{X_1} \cap G_{X_2} \cap \dots \subseteq G_{X_i} \text{ или } G_{\text{сист}} = \bigcap G_{\text{подсист}_i} \subseteq G_{\text{подсист}_i} \quad (10)$$

В такой форме это определение представляет лишь переформулировку (9) и может рассматриваться как правило Кюри для определения группы симметрии неоднородной системы [38]. Вторая часть цитированного высказывания не зависит от первой и представляет собой собственно принцип П. Кюри — «новую и плодотворную форму принципа причинности», как охарактеризовал его П. Ланжевен [цит. по: 29]:

$$G_{\text{системы причин}} = \bigcap G_{\text{причины}} \subseteq G_{\text{следствий}} \quad (11)$$

Графически иллюстрация положений (9), (11) представлена на рис. 2а при соответствующем изменении обозначений.

Братья Пьер и Жан Кюри первыми применили в 1880 г. данный принцип (11) для предсказания, обнаружения и исследования у кристаллов-пирозлектриков нового физического явления — пьезоэлектрического эффекта, заключающегося в появлении электрической поляризации  $\vec{P}$  у кристалла под действием внешнего механического напряжения, задаваемого тензором  $\hat{\sigma}^*$ . В первом приближении отклик кристалла на такое воздействие линеен и описывается системой тензорных уравнений:

$$\vec{P} = \hat{d} : \hat{\sigma} \text{ или } P_i = \sum_{j,k=1}^3 d_{ijk} \sigma_{jk}, \quad i, j, k = 1, 2, 3, \quad (12)$$

$$\vec{P} = (P_1, P_2, P_3), \quad \hat{\sigma} = (\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{13}, \sigma_{21}, \sigma_{22}, \sigma_{23}, \sigma_{31}, \sigma_{32}, \sigma_{33}).$$

\* По свидетельству М. Кюри, «это открытие не было случайным. К нему привели размышления о симметрии кристаллического вещества, позволившие братьям предвидеть возможность такой поляризации...» [18. С. 2]. Ход рассуждений в статье «Образование полярного электричества под действием давления в гемиздрических кристаллах с косыми гранями» [19. С. 9, 10] убеждает в явном использовании принципа (11) в его конкретной формулировке (13). В 1884 г. была дана первоначальная формулировка принципа Кюри [19. С. 93], весьма близкая формулировке 1894 г. [19. С. 102].



П. Кюри не использовал понятие тензора, но ему было известно, что любая комбинация механических напряжений centrosymmetric,  $G_d \supseteq \bar{I}$ , тогда как в группу симметрии однородного поля электрической поляризации центр симметрии не входит —  $G_p \not\supseteq \bar{I}$ . Отсюда следовало (если принять за причину эффекта взаимодействие кристалла с полем механических напряжений), что пьезоэлектрический эффект допускают лишь кристаллы, не имеющие центра симметрии (в противном случае в группу симметрии системы вошел бы центр симметрии, что противоречило бы симметрии явления):

$$\begin{aligned} G_{\text{сист. причин}} &= G_{\text{кр}} \cap G_{\text{возд}} \subseteq G_{\text{явл}}, \quad G_{\text{явл}} \not\supseteq \bar{I}, \\ G_{\text{возд}} \supseteq \bar{I} &\Rightarrow G_{\text{кр}} \not\supseteq \bar{I}, \quad G_{\text{сист. причин}} \not\supseteq \bar{I}. \end{aligned} \quad (13)$$

Таким образом были впервые установлены симметрические правила отбора физических эффектов, присущих кристаллу не спонтанно, как в (9), а проявляющихся в системе «кристалл-воздействие». Достаточные условия существования эффекта братья Кюри нашли, применив в цитированной в примечании статье суждение по аналогии: если кристалл (пироэлектрик) поляризуется при нагревании за счет каких-то структурных изменений, вызванных тепловым расширением, то под действием механических напряжений, деформирующих кристалл, в качестве сопутствующего явления возникнет и электрическая поляризация. Этим и объяснялся выбор пироэлектриков для исследования пьезоэффекта.

Тензорная форма записи уравнений кристаллофизических эффектов типа (12), открытая в 1894 г. В. Фохтом, позволила определить [см.: 40] группы симметрии тензоров  $\hat{A}$ ,  $\hat{a}$ ,  $\hat{B}$ , входящих в уравнения связи:  $\hat{A}_{\text{свойства}} = \hat{a}_{\text{связи}} \cdot \hat{B}_{\text{воздействия}}$ ;

$$\begin{aligned} G_{\text{тензора свойства}} &\supseteq G_{\text{тензора связи}} \cap G_{\text{тензора воздействия}}; \\ G_{\hat{A}} &\supseteq G_{\hat{a}} \cap G_{\hat{B}}. \end{aligned} \quad (14)$$

При этом выяснилось, что пьезоэффект у кристаллов с симметрией  $G_{\text{кр}} = 432$  (группа вращений куба, не содержащая инверсии  $\bar{I}$ ) запрещен линейными уравнениями (12), так как тензор связи  $d_{ijk}$  в этом классе симметрии тождественно обращается в нуль. Так как симметрия нулевого поля максимально высока, это не противоречит (9):  $G_{\text{свойства}_i} = G_d \supset G_{\text{кр}}$ . Любопытно отметить, что мнимое нарушение ПК обнаружилось в год его окончательной формулировки!

Однако дальнейшее развитие кристаллофизики показало, что в этом случае не нарушается принцип Кюри, а оказывается

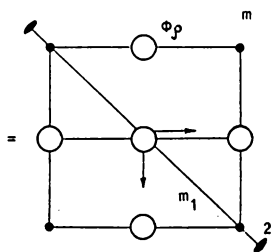
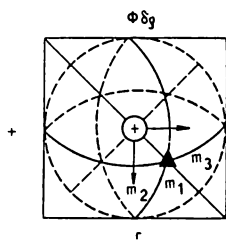
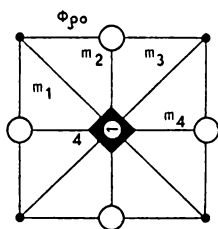
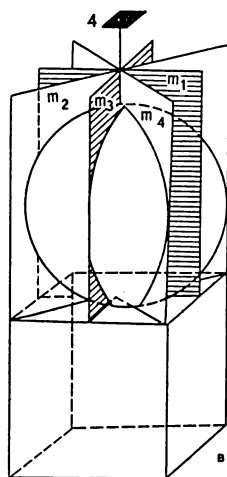
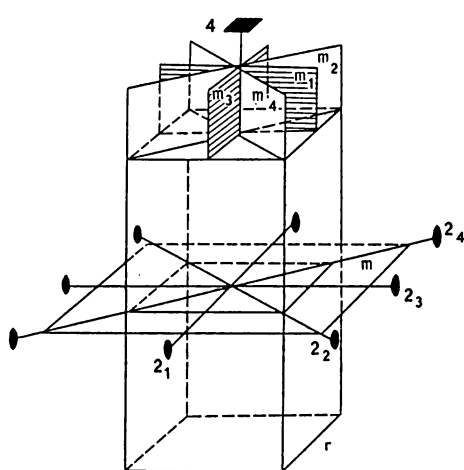
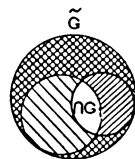
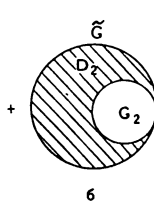
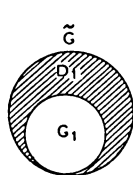


Рис. 2. Графическая иллюстрация симметричных аспектов принципа причинности:

(а) Эйлеровские диаграммы принципа НМК (9), (11). Кругами и эллипсами изображены группы симметрии входящих в пересечение структур;

(б) сложению диссимметрий соответствует пересечение групп симметрии:  $D_1 + D_2 = (\tilde{G} \setminus G_1) + (\tilde{G} \setminus G_2) = (\tilde{G} \setminus (G_1 \cap G_2))$ ;

(в) правило Кюри (10) для неоднородных взаимодействующих систем на примере составной фигуры шара-куба:  $G_{\text{сист}} = G_1 \cap G_2 = \infty \infty \bar{1} \cap m\bar{3}m = 4mm$ ;

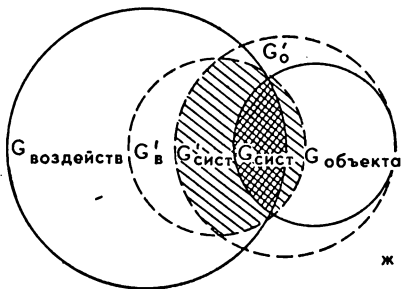
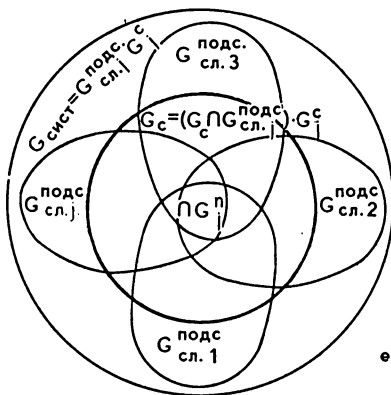
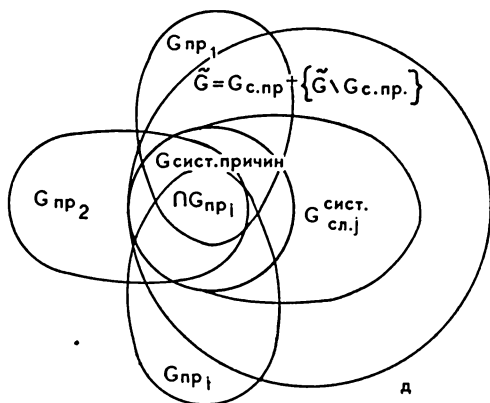
(г) симметрия однородной системы определяется по правилу Шубникова — Кюри (10\*) для случая конечных фигур:  $G_{\text{системы}} = (G_1 \cap G_2) \cdot G^c = (m\bar{3}m \cap m\bar{3}m) \times m = 4mm \times m = \frac{4}{m} \frac{2}{m} \frac{2}{m}$

(вверху) и для периодических структур  $\rho(r) = \rho_0(r) + \delta\rho(r)$  (внизу), в которых функция  $\delta\rho(r)$ , возмущающая начальное распределение электронной плотности кристалла  $\rho_0(r)$ , порождает при взаимодействии с ним такое новое распределение  $\rho(r)$ , что  $\Phi_\rho(r) = (\Phi_{\rho_0}(r) \cap \Phi\delta\rho(r)) \cdot G^c = (P4mm \cap R3m) \cdot m = Pmm2 \subset P4mm = \Phi_{\rho_0}(r)$  (пример фазовых переходов в  $\text{BaTiO}_3$ );

(д) графическая иллюстрация формулы (16);

(е) графическая иллюстрация формулы (17);

(ж) графическая иллюстрация формулы (18).



неприменимым линейное приближение (12) [см.: 17. С. 67]. В следующем приближении кристаллы с симметрией 432 допускают нелинейный (квадратичный) пьезоэффект  $P_i = d_{ijklm} \sigma_{jk} \sigma_{lm}$  (по повторяющимся индексам  $j, k, l, m = 1, 2, 3$  в правой части уравнений выполняется суммирование). Вместе с тем выяснилось, что источник систематических ошибок все же заложен в формулировке (10): правило Кюри, пригодное для неоднородных систем (рис. 2в), неправильно определяет симметрию однородных систем, составленных из симметрически эквивалентных частей (рис. 2г). Вот что пишет по этому поводу А. В. Шубников: «В приведенной формулировке правила Кюри предусматривается только выпадение элементов симметрии при суперпозиции явлений, но ничего не говорится о возможности одновременного появления новых элементов, не содержащихся в отдельно взятых явлениях. Не трудно показать, что новые элементы симметрии могут возникать лишь при условии, если в систему входят явления (поля, величины) одинаковой природы, сказать точнее, такие явления, которые обладают одной и той же симметрией и не отличаются друг от друга по физическим признакам» [цит. по: 13. С. 55].

Придя независимо к таким же выводам, в книге «Симметрия в науке и искусстве» [40. Гл. 12] мы привели обобщенные формулировки отношений (10), (11):

$$G_{\text{сист}} = \bigcap G_{\text{подсист}_i} \cdot G^c; \quad (10^*)$$

$$G_{\text{сист. причин}} = \bigcap G_{\text{причин}_i} \cdot G^c \subseteq G_{\text{системных следствий}_j}^c, \quad (11^*)$$

где  $G^c$  — некий симметризатор, расширяющий подгруппу  $\bigcap G_{\text{прич}_i}$  до группы симметрии системы  $G_{\text{сист}}$ . А когда (после кончины А. В. Шубникова) нам стал известен процитированный выше фрагмент его неоконченной статьи, мы в статье «Принципы симметризации — диссимметризации Шубникова — Кюри для составных физических систем» [13] назвали отношение (10\*) правилом, а (11\*) — принципом Шубникова — Кюри (ПШК), обобщив его до формулировки

$$G_{\text{системы причин}} = \bigcap G_{\text{причин}_i} \cdot G^c \leftarrow \text{или} \leftrightarrow G_{\text{системных следствий}_j}^c, \quad (15)$$

допускающей замену причинно-следственных связей  $\subseteq$  в (11\*) отношениями гомоморфизма ( $\leftarrow$ ) или изоморфизма ( $\leftrightarrow$ ).

Так как отношения части и целого шире отношений причины и следствия, то из правила ШК (10\*) следует, что связь между  $G_{\text{сист}}$  и  $G_{\text{подсист}_i}$  может быть любой ( $\supset$ ,  $\subset$ ,  $=$ ,  $\not\supset$ ,  $\not\subset$ ), тогда как

в (11\*), (15) она детерминирована отношениями включения и гомоморфного отображения ( $\supset$ ,  $=$  или  $\leftarrow$ ,  $\leftrightarrow$ ). От системных следствий, обладающих в случае (11\*) свойством (рис. 2д)

$$G_{\text{сист}} \cap G_{\text{сл. } j}^{\text{сист}} = G_{\text{сист}} \subseteq G_{\text{сл. } j}^{\text{сист}} = G_{\text{сист}} \cdot G_j^c, \quad (16)$$

следует отличать подсистемные следствия, для которых

$$G_{\text{сист}} \cap G_{\text{следств. } j}^{\text{подсист}} = G_{\text{сл. } j}^{\text{подс}} \subseteq G_{\text{сист}} = G_{\text{сл. } j}^{\text{подс}} \cdot G_j^c \text{ или} \quad (17)$$

$$G_{\text{сист}} = (G_{\text{сист}} \cap G_{\text{сл. } j}^{\text{подс}}) \cdot G_j^c.$$

Во втором случае (17) до группы  $G_{\text{сист}}$  расширяется ее подгруппа  $G_{\text{сист}} \cap G_{\text{сл. } j}^{\text{подс}} = G_{\text{сл. } j}^{\text{подс}}$  (рис. 2е). Эти соотношения можно переформулировать в терминах гомоморфных отображений, указав, что физические величины, реализующие системные следствия, преобразуются по индуцированным представлениям группы  $G_{\text{сист}}$ , тогда как в случаях, соответствующих (17), они преобразуются по неприводимым представлениям группы  $G_{\text{сист}}$  или индуцированным представлениям подгруппы  $(G_{\text{сист}} \cap G_{\text{следств. } j}^{\text{подсист}}) \subset G_{\text{сист}}$ .

Принцип ПШК вместо ПК следует применять и в случае неоднородных систем, учитывая взаимодействие компонент системы [см.: 40. С. 286]:

$$G_{\text{сист}} = G_{\text{объекта}} \cap G_{\text{воздействия}} \subseteq G'_{\text{объекта}} \cap G'_{\text{воздействия}} =$$

$$= G'_{\text{сист}} \subseteq G_{\text{системного следствия } j}^c. \quad (18)$$

Словесно это можно выразить так: пересечение групп симметрии взаимодействующих компонент системы (отмечены штрихом) старше (по включению или гомоморфизму) невзаимодействующих (рис. 2, ж).

Мы столь подробно остановились на различных формулировках ПШК, чтобы выявить источники возможных нарушений этого принципа. Первый из них связан с использованием ПК вместо более общего ПШК. Если оказывается, что  $G_{\text{сл. } j} \subset$  или  $\leftarrow G_{\text{сист}}$ , то это еще не нарушение ПШК, так как следствие может оказаться подсистемным. Другой источник нарушений связан с тем, что исследователь всегда имеет в своем распоряжении неполную систему причин (НСП), связанную с полной (ПСП) так же, как  $G_{\text{сл. } j}^{\text{подс}}$  связана в (17) с группой  $G_{\text{сист}}$ . Полная система следствий (ПСС) изоморфна ПСП, откуда следует:

$$G_{\text{псп}} = \cap G_{\text{причин } i} \cdot G_{\text{пр}}^c \leftrightarrow \cap G_{\text{следствий } j} \cdot G_{\text{сл}}^c = G_{\text{псс}} \subseteq G_{\text{системного следствия } j}^c. \quad (19)$$

Ясно, что включение в  $G_{\text{исп}}$  группы симметрии неучтенной причины приводит к переопределению группы симметрии системы причин и системы причинно-следственных связей.

Как видно, симметрическая форма принципа причинности в меру неопределенна, чтобы не превратиться в догму, и в меру определена, чтобы в ходе научного исследования выполнять эвристическую роль. ПШК есть принцип отображения симметрии системы причин на симметрию проявляющихся или виртуальных системных следствий. При определенных условиях [16] неопределенность ПШК может быть уменьшена и для группы симметрии системного следствия указана не только нижняя, но и верхняя граница,  $G_{\text{сл}}^{\text{сист}} \subseteq G_{\text{границы}}^{\text{верхней}} \subset G_{\text{охв}}$  — подгруппа охватывающей группы  $G_{\text{охв}}$ , которой должны принадлежать все группы, входящие в ПШК, чтобы пересечения соответствующих групп не были пусты.

Невозможность работы с формулировкой ПШК (19) не умаляет значения частных формулировок (11\*), (15) этого принципа. Если исследователь сумеет выделить достаточные причины рассматриваемого круга явлений, ПШК подскажет ему, какие следствия допускает изучаемая им модель. И наоборот, по системе следствий с учетом ПШК можно моделировать достаточные для объяснения этих следствий причины.

Современный принцип научного исследования, основывающийся на учении диалектического материализма о несотворимости и неуничтожимости материи, о неисчерпаемости и относительной самостоятельности ее структурных уровней и форм движения, допускает возможность построения теоретических моделей изолированных систем и вычленения в них подсистем причинно-следственных связей. Установленные при этом законы природы отображают достаточные системы причин на системы реализующихся следствий, которые с необходимостью воспроизводятся всякий раз, когда система приводится в исходное состояние. Связь структуры системы с ее симметрией позволяет при определенных условиях предсказывать возможные и запрещать нереализующиеся свойства материальных систем, исходя лишь из соображений симметрии, по принципу ПШК. Этот принцип принимает конкретную форму в зависимости от физической реализации рассматриваемых систем причин и вызываемых ими следствий. Вместе с обогащением и развитием содержания понятия физической причинности и более глубоким проникновением в структуру и симметрию материи обогащается и развивается интерпретация принципа Шубникова — Кюри\*.

\* Дальнейшую информацию читатель может найти в списке литературы к данной главе.

Мы акцентировали внимание на симметрических аспектах принципа причинности и ОТС, желая на примерах проиллюстрировать роль алгоритмов обобщенной симметрии для конструирования моделей структуры реальных объектов и моделей теоретического знания. Из ОТС Ю. А. Урманцева следует, что современная теория симметрии находится в таком отношении к теории моделей структуры, в каком термодинамика находится к статистической физике. Симметрическим законам композиции подчиняются любые конкретные модели из широких универсальных классов.

Развитие теории симметрии, как и ОТС, не завершено. Существование различных вариантов ОТС, разрабатываемых в настоящее время, показывает, что эта теория пока недостаточно обща и нужны еще значительные усилия, чтобы интегрировать жизнеспособные варианты в единую ОТС. Необходимо достичь большего единства ОТС с теориями конкретных систем, всемерно развивая системный подход в конкретных науках и обогащая ОТС за счет обобщения конкретных данных.

## *Глава 9*

### *ПРИМЕНЕНИЕ ОБОБЩЕНИЙ АНТИСИММЕТРИИ И ЦВЕТНОЙ СИММЕТРИИ К ВЫВОДУ НОВЫХ ДИСКРЕТНЫХ ГРУПП ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ*

Трудно найти такую область современного естествознания, куда не проникли бы идеи и методы учения о симметрии. Именно потребности развития кристаллографии, физики, биологии и других наук о природе вызвали к жизни различные обобщения классической симметрии, которые сегодня активно разрабатываются главным образом по двум основным направлениям.

Первое направление можно условно назвать физическим. Обобщения в этом направлении не меняют геометрической сути симметрии, а обогащают ее за счет приписывания точкам фигуры некоторых символов (знаков, индексов), обозначающих качества общей природы (цвета, фазы, знаки электрического заряда) и последующего комбинирования геометрического преобразования с законом изменения качеств. Данное направление, истоки которого связаны с именами двух крупнейших советских кристаллографов — академиков А. В. Шубникова и Н. В. Белова, развивается особенно бурно в плане расширения матема-

тических понятий (простая и кратная антисимметрия, цветная симметрия, цветная антисимметрия, криптосимметрия, комплексная симметрия и т. п.), а также их внедрения в кристаллографию и физику (распределение электронных плотностей, магнитная и магнитоэлектрическая симметрия, симметрия пространств Фурье и др.). Указанное направление можно смело назвать ведущим в современной теоретической кристаллографии.

Сущность второго направления состоит в геометрическом расширении представлений о равенстве и симметрии, т. е. в переходе от изометрических преобразований к преобразованиям подобия, аффинным, конформным и т. д. Это направление, восходящее к идеям корифея русской кристаллографии Е. С. Федорова и тоже связанное с именем А. В. Шубникова, за последние десятилетия также интенсивно развивается в теоретическом и прикладном планах (симметрия подобия, гомотология кристаллов, криволинейная симметрия, аффинная, конформная и т. п.). Ближе ко второму направлению стоит и переход от классической симметрии в евклидовом пространстве к симметрии в пространствах других геометрий — многомерном евклидовом, неевклидовом, псевдоевклидовом и др. Характерно проявление в последние годы глубокого интереса к симметрии в многомерных и неевклидовых пространствах со стороны не только математиков, но и представителей естественных наук. Оба основных направления расширений классического учения о симметрии тесно переплетаются, дают плодотворный синтез и существенно влияют на развитие друг друга.

Цель настоящей главы — как можно подробнее показать это взаимное влияние через генезис, становление и дальнейшее развитие новых идей в учении о симметрии, проследить их глубокую связь с практикой естествознания. Особое внимание мы уделим здесь применению антисимметрии, цветной симметрии и их расширений к геометрическим обобщениям симметрии как к уже сложившимся симметриям (симметрии подобия, конформной и многомерной симметриям), так и пока мало известным.

Наличие не только большого количества обзорных статей по антисимметрии, ее обобщениям и приложениям [54; 53; 56; 58; 30; 23; 13; 24; 61], но и ряда солидных монографий с подробным анализом этих учений [22; 46; 14; 16] позволяет нам минимально использовать сложный математический аппарат, делать упор на геометрические аспекты антисимметрии, цветной симметрии, *P*-симметрии и тем самым лучше довести до сознания широкого круга читателей содержательную сторону развития обобщений симметрии в первом направлении и методику их геометрических приложений.



## *1. Антисимметрия, цветная симметрия и их обобщения*

Не останавливаясь подробно на многочисленных именах и датах, связанных с зарождением идей антисимметрии и цветной симметрии в недрах классического учения, их систематической разработкой, дальнейшим расширением и внедрением в кристаллографию и физику (читатель может их найти в очерках 23; 13; 61), охарактеризуем кратко главные этапы исторического развития учения о симметрии.

Первый этап — от глубокой древности до начала XIX в. Человечество с незапамятных времен пользовалось понятием симметрии, интуитивно связывая ее с представлением о красоте и целесообразности (сам термин «симметрия» по-гречески означает «соразмерность», которую древние философы понимали как частный случай гармонии — согласования частей в рамках целого). На протяжении тысячелетий симметрия широко применялась в искусстве, естествознании и технике, но математические представления о ней ограничивались восходящими еще к «Началам» Евклида узкими понятиями об осях, центрах и плоскостях симметрии \*. Накопившийся к концу периода опыт наблюдений и систематизации форм кристаллических многогранников (не укладывавшихся в классическую схему призм, пирамид, тел Платона и Архимеда), выделение специальной науки о кристаллах из минералогии и горного дела требовали расширения математического аппарата симметрии и нового методологического подхода к ней.

Содержание второго этапа, охватившего почти столетие, составляла систематическая разработка учения о симметрии в трудах математиков, кристаллографов и физиков прошлого века под влиянием формирования и становления классической кристаллографии. Началом этапа можно считать вывод И. Гесселем в 1830 г. всех видов симметрии конечных фигур, в том числе кристаллических многогранников (эти 32 кристаллических класса были независимо найдены во Франции О. Бравэ, в России А. В. Гадолиным и повторно в Германии А. Шёнфлисом, не знавшим о замечательной работе своего соотечественника), и одновременное создание в работах Э. Галуа основ теории

\* Следует заметить, что и сами осевая, центральная и плоскостная симметрии подавались, так сказать, статически, в виде готового свойства фигур, вне связи с геометрическими преобразованиями. В школьной педагогике такой подход сохранялся до недавних лет — достаточно вспомнить трактовку симметрии в учебнике А. П. Киселева, на котором воспитывались многие поколения советских читателей.

групп, ставшей в современном естествознании важнейшим инструментом математического исследования.

Опустив подробный перечень ряда блестящих работ этого периода (вывод 14 типов решеток Бравэ, изучение групп движений К. Жорданом и Л. Зонке, работы П. Кюри по симметрии и диссимметрии хорошо описаны И. И. Шафрановским в «Истории кристаллографии. XIX век» [41]), отметим высшее достижение второго этапа — открытие Е. С. Федоровым и А. Шёнфлисом в 1890—1891 гг. 230 геометрических законов внутреннего строения кристаллов, т. е. вывод 230 пространственных (федоровских) групп. Это исторически первый случай применения теории групп непосредственно в естествознании\*. Открытие дифракции рентгеновских лучей и создание структурного анализа кристаллов в 1912—1914 гг. подтвердили правильность теоретических предпосылок Федорова и Шёнфлиса о микроструктуре кристаллического вещества и блестяще увенчали второй этап.

Третий этап — примерно четверть века — характеризуется зарождением идеи антисимметрии в классическом учении о симметрии в 1927—1929 гг. в связи с появлением серии работ немецких и швейцарских кристаллографов и математиков по описанию «малых» кристаллографических групп (ленточных, слоевых, стержневых) и ее развитием в работах швейцарского математика Г. Хееша и ведущего советского ученого А. В. Шубникова. На генезисе идеи антисимметрии у обоих ее первооткрывателей мы специально остановимся ниже, здесь же отметим другие черты этого периода. Именно в данный период происходит интенсивное внедрение принципов симметрии в физику, что и привело А. В. Шубникова, страстного пропаганди-

\* Подходы русского кристаллографа и немецкого математика к одной и той же задаче — построению теории симметрии кристаллического вещества — методологически различны. Е. С. Федоров, отражая полную разобщенность кристаллографии с математикой и геометрии с теорией групп в России прошлого века, изучил симметрию правильных систем фигур на базе классической геометрии, значительно расширив при этом представления о правильности фигур и правильных разбиениях пространства (именно он ввел в науку понятия изоэдра, параллелоэдра, стереоэдра, получившие дальнейшее развитие в трудах советских геометров школы Б. Н. Делоне). А. Шёнфлису, уже испытавшему влияние «Эрлангенской программы» Ф. Клейна, был свойствен теоретико-групповой подход к геометрии вообще и к теории симметрии в частности (ему принадлежит сам термин «пространственная группа»); идеи и методы Шёнфлиса были развиты далее в трудах немецких ученых начала XX в. по общей теории  $n$ -мерных пространственных групп симметрии  $G_n$  и по выводу «малых» подгрупп федоровских групп  $G_3$  [подробнее см.: 13].

ста этого внедрения, последователя П. Кюри и своего учителя Ю. В. Вульфа, к четкому оформлению учения об антисимметрии как принципиального расширения классической симметрии [43; 44]. Далее, Д. В. Наливкин формирует понятие криволинейной симметрии, В. И. Михеев — гомологии кристаллов \*, у Г. Вейля зарождается идея симметрии подобия [29; 27; 6].

Четвертый этап, продолжительностью около 20 лет, знаменует широкое признание и бурное развитие учения об антисимметрии, возникновение его основных обобщений и глубокое проникновение их в современное естествознание. Этап начинается с 1951 г. — выхода монографии А. В. Шубникова по антисимметрии [44], одновременного введения Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшицем условной операции инверсии времени и первых рентгеноструктурных применений антисимметрии в работах У. Кокрена [50]. Это был период, самый насыщенный по развитию новых идей в теории симметрии (совпавший с последними 20 годами жизни А. В. Шубникова). Перечислим его важнейшие достижения:

1. Быстрое появление первых приложений антисимметрии в кристаллографии и физике [50; 5; 39].

2. Разработка общей теории антисимметрии и различных методик вывода пространственных шубниковских групп [9; 3; 22].

3. Развитие ближайших обобщений антисимметрии (цветная симметрия [4], кратная антисимметрия [18]), их теоретические дополнения [21; 56; 10].

4. Внедрение в кристаллографию и физику обоих указанных обобщений (магнитоэлектрическая симметрия [47], симметрия неколлинеарных магнитных структур [28], описание сложного двойникования [53; 40]).

5. Зарождение дальнейших обобщений антисимметрии и цветной симметрии — цветной антисимметрии в разных вариантах [36; 31], криптосимметрии в различных разработках [57; 59; 60] и др.

6. Построение теории  $P$ -симметрии, охватившей все упомянутые обобщения антисимметрии [11; 13].

7. Создание основных принципов систематики кристаллографических групп по категориям (от А. Нигли и Н. Н. Нероной, Н. В. Белова [56 и 30] до И. Бома, К. Дорнбергер — Шифф и В. А. Копчика [48 и 23]) \*\*.

\* Книга В. И. Михеева «Гомология кристаллов» — посмертное издание докторской диссертации, защищенной в 1952 г.

\*\* Из работы Бома и Дорнбергер-Шифф 1966 г. [48] взяты употребляемые ниже символы Бома  $G_r$ ,  $G_{rt}$ ,  $G_{rs\dots t}$  (для  $r$ -мерных федоровских

8. Широкое развитие геометрических обобщений симметрии как в классическом евклидовом пространстве (гомология кристаллов [27; 8], симметрия подобия [45; 7; 12] и др.); так и в пространствах других геометрий (многомерном евклидовом [38; 52; 55; 19; 25], неевклидовом [26], псевдоевклидовом [2]).

Основные итоги этого периода подведены в обзорах В. А. Копчика и нашем [23; 13], в популярной книге И. И. Шафрановского «Симметрия в природе» [40], в ряде сборников [20; 37].

Для пятого этапа (с 70-х годов) характерны полная законченность теории простой и кратной антисимметрии [14], интенсивное внедрение цветной симметрии и  $P$ -симметрии в кристаллографию и физику, появление их новых обобщений ( $Q$ -симметрии,  $W$ -симметрии [24]), расширение принципов классификации  $P$ -симметрий [16; 17], развитие геометрических приложений цветной симметрии и ее обобщений (к симметрии подобия, конформной и многомерной симметрии [12; 16; 61]), разработка самой многомерной кристаллографии [37; 49] и т. п. Этот период требует специального обзора.

*Проследим подробнее генезис и развитие идеи антисимметрии.* Как уже отмечалось, представление об антисимметрии зародилось в классическом учении о симметрии в конце 20-х годов XX в. с появлением серии статей, содержащих описание «малых» кристаллографических групп — 31 ленточной  $G_{321}$ , 80 слоевых  $G_{32}$  и 75 стержневых  $G_{31}$ , найденных как подгруппы 230 федоровских групп  $G_3$ . Эти подгруппы характеризуются наличием особенных (инвариантных) плоскостей и прямых. Высказанная А. Шпайзером для интерпретации групп  $G_{321}$  и практически осуществленная Л. Вебером для  $G_{32}$  идея изображать двусторонне-плоскую фигуру (ленту, слой) на односторонней плоскости чертежа с помощью черного и белого цветов произвела глубокое впечатление на Г. Хееша и А. В. Шубникова. Швейцарский математик и советский кристаллограф по-разному и в разное время, независимо друг от друга пришли к понятию антисимметрии. Проследим качественное различие их подходов к этому открытию.

групп, бесконечных в  $r$  измерениях, и соответственно для их подгрупп с инвариантным  $l$ -мерным подпространством или с набором включающих друг друга инвариантных подпространств размерностей  $s, \dots, l$ , где  $r > s > \dots > l$ ; символы  $G_{r\dots}^l, G_{r\dots}^p, G_{r\dots}^{l,p}$  для обобщений категории  $G_r$  с  $l$ -кратной антисимметрией, с  $p$ -цветной симметрией и с  $p$ -цветной  $l$ -кратной антисимметрией предложены В. А. Копчиком в статье «Очерк развития теории симметрии и ее приложений в физической кристаллографии за 50 лет» [23].

Для математика Хееша был вполне естественным переход от разработки принципа вывода 80 слоевых групп  $G_{32}$  (как черно-белых двухмерных  $G_2^1$ ) непосредственно из 17 двухмерных федоровских (паркетных)  $G_2$  к попытке вывода четырехмерных «гиперслоевых» групп  $G_{43}$  (в виде черно-белых трехмерных  $G_3^1$ ) из 230 федоровских  $G_3$ . Попутно он получил 122 точечные группы  $G_{430}$  (черно-белые трехмерные  $G_{30}^1$ ) из 32 классов  $G_{30}$  [51]. Хееш интересовался в основном геометрической задачей многомерного обобщения классических групп, указав лишь мимоходом на возможность физического толкования знака четвертой координаты, потому и формулировал задачу на «четырёхмерном» языке. Отчасти поэтому его новаторские работы не были своевременно оценены кристаллографами (а математики и физики, видимо, не заметили его статей в кристаллографическом журнале).

Будучи истинным исследователем природы, А. В. Шубников пришел к идее антисимметрии иначе (работу Хееша [51] он тоже случайно не заметил). Построив еще в 1930 г. под влиянием черно-белых рисунков Вебера интерпретацию ленточных групп черно-белыми бордюрами и воспроизведя через 10 лет те и другие рисунки в книге «Симметрия» [46], он не сразу перешел к следующему измерению. Считая, что «дальнейшее усовершенствование учения о симметрии может иметь смысл лишь в том случае, если оно находит... оправдание в практике естествознания» [43], Шубников ввел понятие антисимметрии *только* как *принципиальное расширение* классической симметрии — за счет добавления изменения физического свойства, а тем самым в формировании идеи пошел значительно дальше. Хееш решил лишь частный случай задачи, восходящей к Бибербаху и Фробениусу, а Шубников заложил основы нового перспективного направления в учении о симметрии. Развитие теоретической кристаллографии после выхода книги А. В. Шубникова [44] подтвердило правильность его научного предвидения.

Напомним сущность шубниковского учения об антисимметрии. Каждой точке фигуры приписывается знак «+» или «—» в произвольном физическом смысле (знак электрического заряда, черный или белый цвет и т. п.), после чего изометрическое преобразование называется преобразованием симметрии или антисимметрии соответственно случаям, когда оно переводит точки фигуры в точки с тем же знаком или с противоположным. Преобразования симметрии «значных» фигур не отличаются от классических, а всякое преобразование антисимметрии есть произведение преобразования симметрии на антитождественное (операцию перемены знаков).

Группы симметрии и антисимметрии в зависимости от нали-

чия в них преобразований антисимметрии (в том числе анти-тождественного) делятся на три типа: 1) *полярные* (одноцветные), или порождающие — те же классические группы симметрии; 2) *нейтральные* (серые), или *старшие*, получаемые удвоением классических за счет добавления антитождественного преобразования; 3) *группы смешанной полярности* (черно-белые), или *младшие*, содержащие преобразования антисимметрии без антитождественного. Совокупность групп симметрии и антисимметрии с общей геометрической основой — классической группой  $S$  — мы называем семейством, группу  $S$  — его порождающей, а остальные группы семейства оказываются старшей и младшими (последние изоморфны порождающей) \*.

Принцип вывода младших групп из порождающих, состоящий, по А. В. Шубникову [44], в поочередной замене образующих элементов классической группы соответствующими преобразованиями антисимметрии, теоретически обоснован в нашей статье «Обобщение федоровских групп» [9] и существенно дополнен методически в работах других ученых [3; 21; 56; 22]. Из 32 кристаллических классов  $G_{30}$  получаются 58 младших групп, а всех обобщенных точечных кристаллографических групп оказывается  $32p + 32c + 58m = 122$   $G_{30}^1$ . В свою очередь из 230 федоровских групп  $G_3$  выводятся  $230p + 230c + 1191m = 1651$  шубниковская группа  $G_3^1$  [3; 9], из 17  $G_2$  получаются  $17p + 17c + 46m = 80$  двухмерных шубниковских групп  $G_2^1$  (моделирующие 80 слоевых  $G_{32}$  при толковании знака «+» или «—» как знака координаты в третьем измерении) из 75  $G_{31}$  —  $75p + 75c + 244m = 394$  обобщенные стержневые группы  $G_{31}^1$  [31] и т. д.

Появление приложений антисимметрии в 1952—1956 гг. [50; 5; 39] стимулировало дальнейшее обобщение учения об антисимметрии, осуществлявшееся двумя способами: а) сохранением противоположности качеств (знаков), но увеличением числа знаков с разным физическим смыслом на одной фигуре — идея кратной антисимметрии (различного рода [18]); б) сохранением однородности качеств (например, цветов), но увеличением числа самих качеств — идея цветной симметрии [4]. Начался период бурного расцвета новых идей в учении о симметрии и антисимметрии, отмеченный выше как четвертый этап общего разви-

\* Заметим, что с абстрактно-групповой точки зрения младшие группы не отличаются от порождающих, но фактический их вывод и есть нетривиальная часть проблемы, так как в каждой порождающей группе нужно выделить подгруппу индекса 2, сохраняющуюся в младшей как подгруппа симметрии [9; 14]; в семействе может быть несколько младших групп (среди которых встречаются одинаковые), одна или даже ни одной.

тия теории симметрии. Проследим теперь генезис и развитие обобщений антисимметрии.

Идея кратной антисимметрии естественно возникает из широкого многообразия физических толкований знаков; такую мысль высказал А. В. Шубников еще в докладе 1944 г., но в монографии «Симметрия и антисимметрия конечных фигур» он ее не повторил. Под влиянием первых приложений антисимметрии кишиневские геометры (не читавшие в то время доклада А. В. Шубникова «Новое в учении о симметрии и его применении» [43] в подлиннике) с 1954 г. начали самостоятельно разрабатывать идею кратной антисимметрии под названием антисимметрии различного рода [18; 10; 13; 14].

Итак, на этом пути расширения антисимметрии точкам приписываются несколько качественно различных знаков и рассматривается антисимметрия рода 1, рода 2, рода (1, 2) и т. п. соответственно изменению только 1-го, только 2-го, одновременно 1-го и 2-го знаков и т. п. при изометрическом преобразовании; всего при  $l$  знаках насчитывается  $2^l - 1$  родов антисимметрии. Классификация групп значительно усложняется: по наличию в группе преобразований антисимметрии тех или иных родов (в частности, антитождественных) группы распределяются по типам и видам, т. е. могут быть старшими или младшими одного рода (1-го, 2-го, рода (1, 2) — это обозначается символом  $C_1$  или  $M_1$ ,  $C_2$  или  $M_2$ ,  $C_{12}$  или  $M_{12}$ ), старшими двух или более родов (например,  $C_1 C_2$ ), младшими двух или более родов ( $M_1 M_2$  и т. д.) или старшими одних, младшими других родов ( $C_1 M_2$ ,  $C_2 M_1$  и т. д.). Так, при  $l=2$  имеется 6 основных типов (П, С, М,  $C^2$ ,  $M^2$  и  $СМ$ ), 12 видов групп; при  $l>2$  типов оказывается  $\frac{(l+1)(l+2)}{2}$ , а число видов растет очень быстро [10; 13; 14].

Вывод групп типов С,  $C^2$ , ...,  $C^l$  тривиален (многократное удвоение порождающих групп путем добавления антитождественных преобразований одного, двух или более родов); не представляет затруднения и вывод групп М, СМ, ...,  $C^{l-1}M$ , если уже изучены группы простой антисимметрии, и нетривиальным остается лишь нахождение групп  $M^m$  при  $m \geq 2$  (после чего легко найти группы  $C^k M^m$  при  $m < l$ ).

Толкование знаков «+» или «—» в различных смыслах может быть как физическим (например, первый знак есть черный или белый цвет, а второй — знак заряда; тогда группы  $C_1$  и  $M_1$  можно наглядно изобразить серыми и черно-белыми полярными фигурами, группы  $C_2$  и  $C_2 M_1$  — одноцветными и черно-белыми нейтральными, группы  $C_1 C_2$  — серыми нейтральными, а  $M_1 M_2$  — черно-белыми фигурами смешанной полярности), так

и геометрическим ( $l$  знаков «+» или «—» толкуются как знаки координат в  $l$  добавочных измерениях) или частично физическим, частично геометрическим (например, для двухмерных фигур первый знак есть знак координаты в третьем измерении, а другие имеют физический смысл). Это дает возможность, расширяя идею Вебера — Хееша, рассматривать двухмерные двукратные шубниковские группы  $G_2^2$  в качестве моделей и слоев с простой антисимметрией  $G_{32}^1$  и групп симметрии 4-мерных орнаментов  $G_{432}$  (во всех трех случаях получаем по 528 различных групп [16; 61]); точно так же одномерные трехкратные шубниковские группы  $G_1^3$  служат моделями бордюрных  $G_{21}^2$ , ленточных  $G_{321}^1$  и гиперленточных  $G_{4321}$  (все четыре случая дают по 179 групп) [38] и т. д.

По следам разработки схемы кристаллографических групп симметрии и простой антисимметрии (начатой в работах Н. Н. Нероновой и Н. В. Белова, а также А. Ниггли [56; 30]), под влиянием открытия приложений кратной антисимметрии [47] кишиневские геометры завершили схему «малых» кристаллографических групп  $G_r^l, \dots$  и вывели двукратные шубниковские  $G_3^2$  [13; 14]. Своеобразный вариант кратной антисимметрии предложил в 1957 г. А. Л. Маккэй [54] (комментарии см.: [13—15]).

Если в учении об антисимметрии подчеркивать не противоположность двух качеств (как это делал А. В. Шубников, сравнивая их с правизной и левизной фигур, положительностью и отрицательностью чисел и т. п.), а делать ударение на их различии и чередовании в рамках общей природы, своего рода «двухфазности», то легко перейти к « $p$ -фазной» симметрии ( $p$ -симметрии [11]), расширяющей антисимметрию за счет приписывания точкам любого числа  $p$  различных однородных качеств (например, цветов), переходящих друг в друга по какому-то закону (скажем, чередуясь циклически) при изометрических преобразованиях фигуры. Именно так двухцветное толкование антисимметрии привело к идее многоцветной симметрии Н. В. Белова [3], описавшего вместе с Т. Н. Тарховой двухмерные группы  $p$ -цветной симметрии  $G_2^p$  с помощью цветных мозаик [4]; при этом группы  $G_2^p$  толковались как «обобщенные проекции» некоторых пространственных федоровских групп  $G_3$  (сохраняющих инвариантным вектор основного переноса  $\vec{c}$ ; разные цвета соответствуют уровням, чередующимся через  $\frac{1}{p} \vec{c}$  над плоскостью проекций, и повторяются через  $\vec{c}$ ), они и обозначались интернациональными символами проектируемых групп.



Метод вывода групп беловской цветной симметрии из геометрически совпадающих с ними классических предложили В. Л. Инденбом [21] и А. Ниггли [56], независимо друг от друга подметившие связь цветных групп с одномерными комплексными представлениями групп симметрии. Эта связь способствовала выводу из точечных групп всех 18 собственно цветных групп — беловских классов  $G_{30}^p$  ( $p=3, 4, 6$ ).

Синтез идей цветной симметрии и кратной антисимметрии привел к цветной антисимметрии, по-разному введенной Г. С. Поли [36] и Н. Н. Нероновой с Н. В. Беловым [31]. В статье Г. С. Поли «Мозаики для групп цветной симметрии» [36] двухмерные группы цветной антисимметрии  $G_2^{p'}$  получены как «обобщенные проекции» федоровских групп  $G_3$ , переводящих вектор  $\vec{c}$  в себя и в  $-\vec{c}$ . Группы цветной антисимметрии Нероновой — Белова  $G_2^{1,p}$  рассмотрены как «обобщенные проекции» шубниковских  $G_3^1$  с инвариантным вектором  $\vec{c}$ ; в отличие от полиевых групп здесь цвета и знаки физически разнородны. В дальнейшем А. Ф. Палистрант уточнил понятия беловской цветной симметрии и цветной антисимметрии Нероновой — Белова, расширив их до цветной антисимметрии различного рода, где наряду с  $p$  цветами, меняющимися по циклическому закону, точки снабжаются знаками «+» или «-» в  $l$  различных смыслах [33]. Используя для контроля связь слоевых групп  $G_{32}^{l-1,p}$  с двухмерными  $G_2^{l,p}$ , ленточных  $G_{321}^{l-1,p}$  с бордюрными  $G_{21}^{l,p}$  и т. п. через геометрическое толкование первого знака в двухмерных группах (ср. выше связь  $G_{32}^{l-1}$  с  $G_2^l$  и др.), кишиневские геометры завершили схему «малых» кристаллографических групп  $G_{r,\dots}^{l,p}$  и вывели пространственные беловские  $G_3^p$ . С учетом всех поправок сводка собственно цветных трехмерных групп по категориям при  $p=3, 4, 6$  такова:  $817G_3^p$ ,  $203G_{32}^p$ ,  $196G_{31}^p$ ,  $18G_{30}^p$ ,  $60G_{321}^p$  и  $15G_{320}^p$  ( $G_{310}^p$ ) [15; 16; 61].

Интерес к цветным группам, повысившийся после указаний Х. Кюрёна и И. Ле Корра [53] на применимость их к описанию сложного двойникования\*, вызвал дальнейшее углубление идей Н. В. Белова в работах зарубежных ученых. Наибольшего развития в начале 60-х годов достигла криптосимметрия, связанная с методом представлений Инденбома — Ниггли.

А. Ниггли и Г. Вондрачек [57] отличают группы простой криптосимметрии, находящиеся с помощью неприводимых представлений классических (порождающих), от групп кратной

\* В. А. Мокиевским и И. И. Шафрановским [см.: 40] такие приложения были реализованы.

криптосимметрии, выводимых наложением на порождающую нескольких неприводимых представлений; беловская цветная симметрия и цветная антисимметрия Поли погружаются в простую криптосимметрию, а цветная антисимметрия Белова — Нероновой — Палистранта — только в кратную. Столь искусственное ограничение простой криптосимметрии (видимо, из чисто методических соображений) сужало возможности ее применения: физическая постановка задачи (например, аппарат В. Е. Найша для описания неколлинеарных магнетиков [28]) нередко требует более широкой трактовки криптосимметрии. Такая трактовка дана О. Виттке [60], который получает группы криптосимметрии отысканием всех представлений порождающей, и в этом случае задача сводится к выявлению ее нормальных делителей. Более тонкий подход к описанию групп криптосимметрии (вывод цветных групп путем выявления всех подгрупп порождающей) предложили Б. Л. Ван дер Варден и И. И. Буркхардт [59].

В то время как в исследованиях по простой и кратной антисимметрии систематически уделялось внимание классификации групп по типам и видам, все первые работы по цветной симметрии и криптосимметрии посвящались собственно цветным (младшим) группам. «Цветной» язык и приверженность методу представлений и характеров мешали заметить, что даже беловская  $p$ -цветная симметрия при составном числе  $p$  показывает примеры «частично серых» групп, промежуточных между «серыми» (старшими) и собственно цветными. Общая теория и полная классификация групп цветной симметрии и криптосимметрии содержатся в схеме  $P$ -симметрии [11; 13; 16]. Последняя, в принципе совпадающая с криптосимметрией Виттке, отличается от нее общностью постановки вопроса, а тем самым охватывает все расширения антисимметрии, в которых закон изменения качеств, приписанных точкам фигуры, комбинируется прямо с геометрическим преобразованием (действующим только на точки в отличие от  $Q$ -симметрии) и не связан с выбором точек (в отличие от  $W$ -симметрии).

Изложим вкратце сущность  $P$ -симметрии. Каждой точке фигуры приписывается хотя бы один из индексов  $i=1, 2, \dots, p$ , затем фиксируется группа  $P$  подстановок этих индексов, а преобразованием  $P$ -симметрии называется изометрическое преобразование фигуры, переводящее любую точку с индексом  $i$  в точку

с индексом  $k_i$  так, что подстановка  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & p \\ k_1 & k_2 & \dots & k_p \end{pmatrix}$  принадлежит

$P$ ; таким образом, преобразование  $P$ -симметрии разлагается на преобразование симметрии и подстановку из  $P$ . Преобразования

$P$ -симметрии фигуры образуют группу  $G$ , входящие в них преобразования симметрии — ее порождающую группу  $S$ , а подстановки индексов — группу  $P_1 \subseteq P$ ; при  $P_1 = P$  называем  $G$  группой полной  $P$ -симметрии. Всякую такую группу можно вывести из ее порождающей  $S$  разысканием в  $S$  и  $P$  нормальных делителей  $H$  и  $Q$ , для которых существует изоморфизм факторгрупп  $S/H$  и  $P/Q$ , попарным перемножением соответствующих по изоморфизму смежных классов и объединением полученных произведений (основная теорема [11]). Случаи  $Q = P$ ,  $Q = e$  и  $e \subset Q \subset P$  дают деление групп на старшие, младшие и средние; при  $Q = e$  (группа  $G$  — младшая, т. е. собственно цветная) изоморфизм  $S/H$  на  $P$  вызывает гомоморфизм  $S$  на  $P$  с ядром  $H$ , т. е. представление группы  $S$  (ср. метод Инденбома — Ниггли).

В схеме  $P$ -симметрии беловская цветная симметрия ( $p$ -симметрия) соответствует циклической группе  $P = \{(12 \dots p)\}$ , шубниковская антисимметрия есть 2-симметрия, антисимметрия различного рода —  $(2, \dots, 2)$ -симметрия, цветная антисимметрия Нероновой — Белова —  $(p, 2)$ -симметрия, а цветная антисимметрия Поли получает название  $(p')$ -симметрии и соответствует диэдрической группе  $P = \{(1 \dots p) (\bar{p} \dots \bar{1}), (1 \bar{1}) \dots (p \bar{p})\}$  с 2р преобразуемыми качествами —  $p$  «положительными»  $i$  и  $p$  «отрицательными»  $\bar{i}$ . Для кристаллографических  $P$ -симметрий (18 групп  $P$ , изоморфных точечным  $G_{30}$ ) разработаны три основных принципа классификации: 1) абстрактно-групповой, отраженный в криптосимметрии Виттке и позволяющий различать 18  $P$ -симметрий, 139 младших точечных групп; 2) конкретно-групповой (по строению групп подстановок), отражающий метод Ван дер Вардена — Буркхардта и позволяющий различать 45  $P$ -симметрий, 212 младших точечных групп; 3) геометрический, навеянный аппаратом магнитной симметрии Найша; он позволяет различать 32 кристаллографические  $P$ -симметрии\*\* и 566 младших точечных групп [17].

Числовую сводку трехмерных кристаллографических групп  $p$ -симметрии (младших беловских) при  $p = 3, 4, 6$  мы привели на с. 237 настоящей книги. Аналогичная сводка младших групп  $(p')$ -симметрии (полиевых), составленная А. Ф. Палис-трантом [61; 34], такова:  $2212G_3^{p'}$ ,  $471G_{32}^{p'}$ ,  $290G_{31}^{p'}$ ,  $23G_{30}^{p'}$ ,

\* Группа  $P$  наглядно интерпретируется подстановками вершин при симметрии ориентированного правильного  $p$ -угольника в случае  $p$ -симметрии и равноугольно-полуправильного  $2p$ -угольника в случае  $(p')$ -симметрии.

\*\* Геометрическая интерпретация группы  $P$  здесь точно соответствует  $32G_{30}$  [35].

$96G_{321}^P$  и  $19G_{320}^P$  ( $G_{310}^P$ ). (Другие обобщения антисимметрии и цветной симметрии, не попавшие в схему  $P$ -симметрии (в том числе  $Q$ -симметрия и  $W$ -симметрия), см.: 16, 24.

Очерченный здесь путь перехода от классической симметрии к антисимметрии и ее обобщениям ярко иллюстрирует схему развития «картин мира», данную в статье Ю. А. Урманцева о симметрии и асимметрии как категориях ОТС ( $\dots \rightarrow \Gamma_n \rightarrow D_{n+1} \rightarrow \dots \rightarrow \Gamma_{n+1} \rightarrow D_{n+2} \rightarrow \dots$ ). Действительно, проявление в природе антисимметрии физических явлений (например, магнитной) не укладывается в схему классической симметрии и создает в ней диссимметрию. Более широкое понятие «антисимметрия» позволит снять эту диссимметрию; одновременное проявление в природе антисимметрии различных разнородных физических явлений (например, магнитоэлектрическая симметрия) создает диссимметрию в схеме однократной антисимметрии, а переход к двукратной антисимметрии эту диссимметрию устраняет. Аналогично этому проявление многофазной симметрии диссимметрично с точки зрения антисимметрии, но симметрично с точки зрения цветной симметрии. В то же время метод обобщенных проекций Белова — Тарховой, впервые приведший к учению о цветной симметрии, не охватил описание федоровских групп  $G_3$  с «переворачивающими» элементами (переводящими вектор  $\vec{c}$  в « $-\vec{c}$ »); обобщенные проекции этих групп диссимметричны с точки зрения беловской цветной симметрии, но симметричны в схеме полиевой цветной антисимметрии. Так же обстоит дело при переходе от беловской цветной симметрии к криптосимметрии и  $P$ -симметрии, от  $P$ -симметрии и  $Q$ -симметрии к  $W$ -симметрии и т. д.

Отметим еще одно обстоятельство: в терминах объектов «О», признаков «П» и изменений «И» переход от симметрии к антисимметрии, цветной симметрии и т. п. осуществляется путем расширения множества признаков {П} при сохранении объектов «О» и оборачивается расширением области изменений {И}. Путь же геометрических обобщений (переход к симметриям подобия, конформной и т. п.) начинается, напротив, с расширения области изменений {И}, что при сохранении множества объектов {О} ведет к расширению совокупности признаков {П} (от конгруэнтности к подобию и т. п.).

## 2. Геометрические приложения $P$ -симметрии

Еще в начале нашего века Е. С. Федоров, предвидя проникновение учения о симметрии в естественные науки, указал дру-

гую перспективу его развития — геометрическое изменение представлений о равенстве и симметрии, полный или частичный отказ от изометричности преобразований. Сюда относятся сформировавшиеся в 50-х годах и развившиеся на четвертом этапе три основные новые идеи: криволинейная симметрия Д. В. Наливкина, возникающая у многих живых организмов и геологических образований под влиянием движений и изгибов [20. С. 75—78]; гомотетия В. И. Михеева, аффинно эквивалентная обычной симметрии, но разнообразящая классификацию кристаллических форм [27]; наконец, симметрия подобия А. В. Шубникова [45], наблюдаемая в природе у спирально закрученных раковин, в расположении семян подсолнуха и т. п. [6]. Покажем связь этих учений с антисимметрией и ее обобщениями.

Теория симметрии подобия приобрела законченный вид и была расширена в работах кишиневских геометров [7; 12; 16]. Группа симметрии подобия (ГСП) есть дискретная группа преобразований подобия, из которых хотя бы одно неизометрично; они сохраняют неподвижной точку  $O$  (особенную). Вывод двухмерных ГСП связан с рассмотрением групп симметрии направленных стержней (таковы 29 из  $75G_{31}$ ) через специальное отображение цилиндрической поверхности вращения на плоскость, «проколотую» в точке  $O$  (оно отображает винтовые линии в логарифмические спирали, переносу на цилиндре ставит в соответствие гомотетию и т. п.); поэтому двухмерных кристаллографических групп тоже 29.

Перенеся на них идеи антисимметрии, цветной симметрии, цветной антисимметрии и толкуя знак геометрически, Э. И. Галарский изучил так называемые конические (двусторонне-плоские) группы симметрии и обобщенной антисимметрии подобия. Трехмерные кристаллографические ГСП интерпретируются в виде точечных групп  $r$ -симметрии ( $r=1, 2, 3, 4, 6$ ) с помощью метода обобщенных проекций Белова — Тарховой, примененного к  $r$  «сферическим уровням»; сложив  $32G_{30}$ ,  $58G_{31}^1$  и  $18G_{30}^p$  находим 108 ГСП; некристаллографические группы (за исключением трех) исчерпываются бесконечной серией конических, исследование которых сводится к двухмерным, а тем самым — к стержневым группам симметрии и антисимметрии, описанным нами в работе «Теория простой и кратной антисимметрии» [14].

Ближайшим геометрическим обобщением симметрии подобия является конформная симметрия [7]; двухмерные группы конформной симметрии (ГКС) соответствуют всем стержневым группам при упомянутом отображении цилиндра на проколотую плоскость, что облегчает их изучение, введение конформной

антисимметрии, переход к коническим группам и т. п. \* Трехмерные ГКС выводятся методом обобщенных проекций Г. Поли (примененным к  $2p$  «сферическим уровням») с помощью точечных групп ( $p/$ )-симметрии; кристаллографических среди них оказывается 343 (включая 108 ГСП) [16]. Конформная симметрия характеризуется наличием искривленных элементов симметрии (сферы, окружности), чем отчасти напоминает криволинейную симметрию. Сама идея Д. В. Наливкина по-новому разработана П. Л. Дубовым, рассмотревшим симметрию кривоугольных кристаллических форм и связавшим ее с цветной симметрией [20. С. 79—87].

Следующим шагом в геометрическом направлении после создания учения о симметрии подобия явилась разработка теории аффинной симметрии, т. е. теории дискретных групп аффинных преобразований. Важный частный случай ее — михеевская гомология, недавно уточненная и дополненная кишиневским геометром П. А. Заболотным (группы антигомологии, пространственные группы гомологии [8; 32]). Систематическому изучению двухмерных групп аффинной симметрии посвящена монография И. А. Балтага и В. П. Гарита «Двумерные дискретные аффинные группы» [1].

Успехи метода обобщенных проекций при выводе трехмерных ГСП и ГКС подсказывают возможность изучения и новых дискретных групп аффинных преобразований пространства — изометричных в направлении некоторой прямой и подобных в ортогональном двумерном направлении (симметрия полуподобия). Кристаллографические группы симметрии полуподобия можно описать с помощью групп  $p$ -симметрии, конечных и бесконечных стержней  $G_{31}^p$  и  $G_{310}^p$ , применяя метод Белова — Тарховой к «цилиндрическим уровням» (бесконечные группы этого типа интерпретируются как  $75G_{31}$ ,  $244G_{31}^1$  и  $196G_{31}^3$ ). Аналогично можно рассмотреть группы «полуконформной» симметрии, применить к их описанию стержневые  $G_{31}^{p/}$ ,  $G_{310}^{p/}$  и т. п. Актуальность подробной разработки этих идей определяется потребностями наук о живой и неживой природе.

Исследования в области многомерной евклидовой, неевклидовой и псевдоевклидовой теорий симметрии за последние два десятилетия продвинулись так далеко, что требуют отдельного

\* Мы придерживаемся здесь терминологии, введенной в нашей статье «О группах симметрии и антисимметрии подобия» (совместно с Э. И. Галярским) и в работе «Цветная симметрия, ее обобщения и приложения» (совместно с Э. И. Галярским и А. Ф. Палистрантом), рассматривая ГКС как группы преобразований проколотой плоскости.

обзора. Коснемся их здесь лишь в той мере, в какой они переплетаются с идеями и методами антисимметрии, цветной симметрии и их обобщениями.

Широкий размах приобрело изучение  $n$ -мерных евклидовых групп симметрии, особенно при  $n=4$ . Творческими усилиями советских и зарубежных ученых составлена полная схема четырехмерных кристаллографических групп (т. е. федоровских групп  $G_4$  и их подгрупп различных категорий). Систематический обзор результатов работ [52; 55; 25; 42] по изучению точечных групп  $G_{40}$  и типов Бравэ 4-мерных решеток, завершившихся полным выводом  $4895G_4$  с помощью ЭВМ [49], содержится в упоминавшейся книге «Цветная симметрия, ее обобщения и приложения» [9] и в нашей статье для журнала «Zeitschrift für Kristallographie» (совместно с А. Ф. Палистрантом) [61]. Все остальные «малые» кристаллографические группы  $G_{4..}$  (а также часть пятимерных и некоторые шестимерные) удастся описать целиком с помощью трехмерных и двухмерных групп симметрии, антисимметрии (с этого и начинал Хееш),  $p$ -симметрии и  $(p/-)$ -симметрии при удобном геометрическом толковании знаков или индексов в добавочных измерениях (геометрические «многоугольные» схемы  $p$ -симметрии и  $(p/-)$ -симметрии, отмеченные на с. 237 настоящей книги, позволяют описать категорию  $G_{(r+2)r...}$  через  $G_{r...}^F$  и  $G_{r...}^{p/-}$  [подробнее см.: 16, 61, 34]. Следуя в общем такому же методу (с помощью дополнительного трехмерного подпространства, в котором интерпретируется группа  $P$ ) и строя геометрическую классификацию  $P$ -симметрий [17], можно получить (без помощи ЭВМ) точное число  $7229G_{630}$ , наглядно интерпретируемых как  $G_{30}^P$  [35].

Отметим еще один пример успешного геометрического применения  $P$ -симметрии. Кишиневские геометры [2; 1] систематически изучали бесконечные серии федоровских групп на псевдоевклидовой плоскости Минковского; опираясь на метод обобщенных проекций Белова — Тарховой — Поли, математик Ф. Я. Шевчук осуществил описание широкого класса трехмерных псевдоевклидовых федоровских групп (с инвариантным вещественным одномерным направлением) через двухмерные псевдоевклидовы беловские и полиевы группы [32. С. 144—154]. В отличие от евклидова пространства здесь метод восстановления трехмерной группы по ее обобщенной проекции не дает повторяющихся вариантов (сравним вывод ГСП и ГКС через  $G_{30}^P$  и  $G_{30}^{p/-}$ ).

Приведенные примеры убедительно подтверждают сказанное в начале главы: все новые идеи в учении о симметрии, возникавшие в середине нашего века из потребностей естествознания или

из любопытства чистых математиков, тесно переплетаются и помогают углубленному изучению гармонии в живой и неживой природе.

#### Глава 10

### ПЕРИОДИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВ, ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ, СИММЕТРИИ И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ГРУППЫ ПОДОБИЯ \*

В настоящей главе ставится задача строгого и однозначного вывода основных закономерностей периодической системы элементов как модели структуры атома, выявления связанных с совокупностью законов сохранения групп подобия и симметрии.

Развиваемый нами подход к проблеме периодичности и структуры атома [4—9] и ядра [10] сложился в результате синтеза представлений о *первичной* (Д. Менделеев, Ван ден Брук [18]) и *вторичной* (Е. Бирон, С. А. Шукарев [6; 3 и др.]) периодичности, «идеальной» ( $p$ -группы) и *реальной* формах периодических систем (ФПС) (менделеевские  $M$ -группы,  $(n+l)$ -группы Клечковского [18], диадные (дублированные) ФПС [22; 4—10]) с современными теориями структуры атома (Н. Бор, А. Зоммерфельд, П. А. М. Дирак) и моделями фермионов [11 и др.], дейтронов и ядра [10].

На основе этого подхода нами развиваются с 1973 г. представления о зеркально-симметричной модели атома и зеркально-симметричных ФПС [4—10], непосредственно согласующиеся с требованием закона симметрии ОТС Ю. А. Урманцева об обязательной симметричности как любого объекта-системы (в нашем случае — атома), так и любой системы объектов одного и того же рода (периодической системы химических элементов). Более того, существование левых и правых атомов было предсказано в рамках ОТС Ю. А. Урманцевым в 1968 г. и независимо от него доказано нами в 1973 г. Но не только эти положения ОТС Ю. А. Урманцева имеют для нас особую значимость: мы исходили из ОТС в целом, развивая, казалось бы, сугубо специальные, а в действительности общенаучные

\* Данная глава и наши работы с соавторами [4—16 и др.] 1) по осевой симметрии в структуре атома, ядра и фермионов; 2) атомной и ядерной периодичности; 3) теоретические расчеты энергии одно- и многократных связей [15 и др.] атомов в молекулах, видимо, должны войти в основание возникшей в последние десятилетия «спиновой» химии, учитывающей взаимосвязи спиновых и магнитных моментов атомов, ядер и электронов и их взаимодействие с внешними электромагнитными полями.



представления о законах сохранения, законах изменения и обобщенных критериях подобия, тесно связанные с такими категориями и законами ОТС Ю. А. Урманцева, как «формы сохранения материи», «формы изменения материи», законы соответствия, симметрии, системного сходства.

## *1. Вывод зеркальной симметрии из теории Дирака*

В ряде работ [4—8] мы поставили задачу вывода периодической системы из теорий Дирака и других ученых и в ходе ее решения получили оптимальные [5—7] (завершенные [2]) зеркально-симметричные ФПС, максимально согласующиеся с теорией и опытом. Неоднозначностей и ошибок удалось избежать в конечном счете благодаря использованию теории Дирака, которая, судя по набору квантовых чисел (КЧ), основывается на представлениях теории «эллиптических орбит» Зоммерфельда. Формула связи главного  $n$ , орбитального  $l$ , азимутального  $k = l + 1$  квантовых чисел в теории Дирака по сути дела может быть представлена следующим образом:

$$m_k = \pm (n - n_r) = \pm (l + 2s) = \pm (j + s), \quad (1)$$

где  $m_k = \pm k$  — магнитно-азимутальное КЧ;  $s = 1/2$  — спиновое;  $j = |l \pm s|$  — внутреннее КЧ.

В полученных ранее на основе законов сохранения симметриях (табл. 1, 2) всюду присутствовали и магнитные КЧ:  $m_k$ ,  $m_l$ ,  $m_j$ ,  $m_s$ , однако жесткая связь этих симметрий с ними, строго говоря, отсутствовала, что являлось существенным недостатком.

Представляется необходимым при построении симметрий, адекватных периодическому закону и периодической системе, найти *уравнение связи полной совокупности КЧ* и на его основе вывести однозначную (единственно возможную) ФПС, находящуюся в жесткой зависимости от размерной и безразмерной форм квантовых законов сохранения.

Оказалось, что обобщенное уравнение связи, содержащее совокупность квантовых законов сохранения, можно получить на основе современного варианта квантовой теории (квантовую хромодинамику мы не учитываем) — теории Дирака, учитывающей спин и магнитный момент электрона. В теории Дирака совершен по сути дела возврат «на новом уровне» (если говорить о КЧ) к теории Зоммерфельда, поскольку в ней делается упор на магнитно-азимутальное  $k_z = m_k$  КЧ, определяющее численное значение магнитного момента атома (табл. 3). Переходя

от размерной формы записи законов сохранения в теории Дирака к безразмерной, получаем *обобщенное уравнение связи полной совокупности КЧ*:

$$m_k = \pm k = \pm (n - n_r) = \pm (l + 2s) = \pm (j + s) = \\ = m_j + m_s = m_l + 2m_s = \text{const.} \quad (2)$$

Закон сохранения магнитно-азимутального КЧ  $m_k$  включает в себя совокупность известных КЧ: главное  $n$ , радиальное  $n_r$ , орбитальное  $l$ , спиновое  $s$ , азимутальное  $k$ , внутреннее  $j$ , а также соответствующие магнитные КЧ:  $m_k$ ,  $m_l$ ,  $m_j$ ,  $m_s$ .

Магнитно-орбитальное  $m_l = 0, \pm 1, \dots$  и магнитно-азимутальное  $m_k = \pm 1, \pm 2, \dots$  КЧ (и соответствующие  $n$ ,  $l$ -подгруппы) легко представить в виде бесконечных абелевых групп, в которых задана операция сложения. Прибавляя  $+1$ , мы получим последующий член группы из предшествующего:

$$m_l = (\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots), \quad (3)$$

$$m_k = (\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots). \quad (4)$$

Различие (3, 4) в том, что единице группы в (3) «0» соответствует квантовое состояние ( $s$ -состояния), а единице группы (4) «0» — не соответствует. В случае (4) в «нуле» происходит полная компенсация (каждый элемент группы  $\alpha^1$ , «умноженный» на обратный элемент  $\alpha^{-1}$ , дает «единицу» группы  $\alpha^1 \cdot \alpha^{-1} = \alpha^0 = 1$  или конкретно для операции сложения  $-1 + 1 = 0$ ).

Достаточно разместить магнитно-азимутальную группу (4)  $k$  раз по горизонтали, подставив последовательно возрастающие значения  $m_k$  (начиная с минимальных:  $m_k = -1, +1$ ), выраженные через разность (2) главного и радиального КЧ, чтобы получить однозначно выводимую из теории Дирака и из теории Зоммерфельда зеркально-симметричную ФПС (табл. 1).

В табл. 1 отчетливо видно проявление зеркальной симметрии: по магнитно-азимутальному (2) КЧ и по азимутальному (6), по радиальному (5) КЧ, по максимальному значению главного КЧ  $n_+$  в  $(n+l)$ -группе (7), по минимальному значению главного КЧ в  $(n-l)$ -группе (8):

$$n_r = n - k = \text{const}, \quad (5)$$

$$k = n - n_r = l + 1 = \text{const}, \quad (6)$$

$$n_+ = n + l = n_r + k + l = \text{const}, \quad (7)$$

$$n_- = n - l = n_r + l = \text{const}. \quad (8)$$

$m_l$	-3	-2	-1	0	0	1	2	3
$m_k$	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4
$K \rightarrow$	4	3	2	1	1	2	3	4
1				1s <sup>2</sup> (0)	2s <sup>2</sup> (1)			
2			2p <sup>6</sup> (0)	3s <sup>2</sup> 2	4s <sup>2</sup> 3	3p <sup>6</sup> (1)		
3		3d <sup>10</sup> (0)	4p <sup>6</sup> 2	5s <sup>2</sup> 4	6s <sup>2</sup> 5	5p <sup>6</sup> 3	4d <sup>10</sup> (1)	
4	4f <sup>14</sup> (0)	5d <sup>10</sup> 2	6p <sup>6</sup> 4	7s <sup>2</sup> 6	8s <sup>2</sup> 7	7p <sup>6</sup> 5	6d <sup>10</sup> 3	5f <sup>14</sup> (1)
$\uparrow K_+$	-31	-17	-7	-1	1	7	17	31
конфигурационный индекс — $\epsilon_k$ :								

Таблица 1. Разделение множества электронных уровней и подуровней на два подмножества с зеркально-симметричным расположением и заполнением радиально-четных и радиально-нечетных,  $n$ ,  $l$ -подгрупп элементами  $K=l+1$  — азимутальное КЧ, — крупно-радиальные КЧ —  $n_r$ .  $(n+l)$ -группы расположены по горизонталям;  $n_r$ - и  $(n-l)$ -группы — по диагоналям;  $(n-n_r)$ -группы — по вертикалям. Левое подмножество элементов связано с отрицательными значениями магнитных КЧ и конфигурационного индекса, а правое — с положительными значениями. Радиальное и магнитные КЧ пробегают полный спектр значений только в развернутой диаде, т. е. периодические свойства в полном объеме (первичная и вторичная периодичность) находят адекватное описание только в дублированной ФПС.

Зеркальная симметрия периодических систем — однозначное следствие предложенных нами законов сохранения квантовых чисел (КЧ): радиального, азимутального, максимального и минимального значений главного КЧ. КЧ суть критерии построения атома и периодической системы по законам подобия и симметрии.

Оказалось, что  $(n+l)$ -уровни В. М. Клечковского [18] и  $(n-l)$ -уровни Д. Н. Трифонова [22], а также предложенные по аналогии  $(n-n_r)$ -,  $(n-k)$ -уровни [4—8] связаны с существованием безразмерной формы квантовых законов сохранения (5—8), объединяющих КЧ в уравнения связи, устанавливающих жесткую взаимосвязь сохраняющихся (const) и изменяющихся (varia), КЧ (например, в (5)  $n$ ,  $l$ ,  $k=varia$ ). Сохраняется и орбитальное КЧ как следствие (6). Произведение групп КЧ

[5; 7] позволяет получить периодические системы элементов в виде различных матриц.

В статье «К обоснованию оптимальных вариантов периодических систем и периодического закона», написанной нами совместно с Э. В. Артамоновым и Б. К. Васильевым [5], различные ФПС представлены в виде матриц и суперматриц в соответствии с матричной механикой Гейзенберга. Матричные ФПС мы назвали матрицами Менделеева, Бора, Стонера, Шукарева, Клечковского, Клечковского—Дидыка и т. д. Оказалось, что большинство матричных ФПС представляют собой по сути дела произведения групп КЧ [13; 5; 7].

Исходя из теории Дирака, в которой оператор  $\hat{H}^2 k^2$  является интегралом движения и имеет собственные значения  $\hat{H}^2 k^2$ , причем  $m_k = \pm k = \dots$  (2), выведем адекватную матричную ФПС из произведения групп (4)  $(m_k \cdot m_k) = m_k [\pm (n - n_r)]$ . Ограничив (4) тремя рядами значений  $k$  и убрав нулевые значения, получим каноническую суперматрицу:

$$(m_k \cdot m_k) = \begin{vmatrix} -3 \cdot -3 & -3 \cdot -2 & -3 \cdot -1 & \dots & -3 \cdot 1 & -3 \cdot 2 & -3 \cdot 3 \\ -2 \cdot -3 & -2 \cdot -2 & -2 \cdot -1 & \dots & -2 \cdot 1 & -2 \cdot 2 & -2 \cdot 3 \\ -1 \cdot -3 & -1 \cdot -2 & -1 \cdot -1 & \dots & -1 \cdot 1 & -1 \cdot 2 & -1 \cdot 3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 \cdot -3 & 1 \cdot -2 & 1 \cdot -1 & \dots & 1 \cdot 1 & 1 \cdot 2 & 1 \cdot 3 \\ 2 \cdot -3 & 2 \cdot -2 & 2 \cdot -1 & \dots & 2 \cdot 1 & 2 \cdot 2 & 2 \cdot 3 \\ 3 \cdot -3 & 3 \cdot -2 & 3 \cdot -1 & \dots & 3 \cdot 1 & 3 \cdot 2 & 3 \cdot 3 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{vmatrix} =$$

$$= \begin{vmatrix} 3d^5 & 4p^3 & 5s^1 & \dots & 6s^1 & 5p^3 & 4d^5 \\ & 2p^3 & 3s^1 & \dots & 4s^1 & 3p^3 & \\ & & 1s^1 & \dots & 2s^1 & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & & 1s^2 & \dots & 2s^2 & & \\ & 2p^6 & 3s^2 & \dots & 4s^2 & 3p^6 & \\ 3d^{10} & 4p^6 & 5s^2 & \dots & 6s^2 & 5p^6 & 4d^{10} \end{vmatrix} \quad (9)$$

Каноническая суперматрица (9) содержит в качестве членов  $n$ ,  $l$ -подгрупп матрицы Стонера [5]  $S_1 = 1/2, 1, \dots, S_{z+}; S_2 = S_{z+} - 1/2, \dots, 0$ , состоящие из последовательно возрастающих {вверху (9)} или последовательно уменьшающихся {внизу (9)} значений проекций суммарного спина  $S_z$  в соответствии с правилами Хунда [17]. Магнитная структура периодичности представлена в табл. 4, которая получена из табл. 1 путем разбиения  $n$ ,  $l$ -подгрупп в соответствии с правилом Хунда на две части с противоположной ориентацией проекций спина. Табл. 4 аналогична суперматрице (9), построена в духе пространственного квантования по Зоммерфельду. Для кайносимметриков ( $1s, 2p, 3d, 4f$ ) из этой модели непосредственно следует, что численно квадрат



$\begin{smallmatrix} n \\ (n_{\text{гчет.}}) \end{smallmatrix}$	$L_z$	$S_z$	$J_z$	$l^1$	$2S+1, l_j$	$g$	$gJ_z$	$D$	$DJ_z = K_z$	$\Delta = gD$	$\begin{smallmatrix} n \\ (n_{\text{гнеч.}}) \end{smallmatrix}$	$\xi_k$
1,3,5,7	0	$\pm 1/2$	$\pm 1/2$	$S^1$	$^2S_{1/2}$	2	1	2	$\pm 1$	0	2,4,6,8	$\mp 1$
—"	0	0	0	$S^2$	$^1S_0$	1	0	1	0	0	—"	0
2,4,6	$\mp 1$	$\pm 1/2$	$\mp 1/2$	$p^1$	$^2P_{1/2}$	2/3	1/3	0	0	2/3	3,5,7	$\mp 7$
—"	$\mp 1$	$\pm 1$	0	$p^2$	$^3P_0$	неопр	неопр	$\infty$	$(\pm 1)$	неопр	—"	$\mp 6$
—"	0	$\pm 3/2$	$\pm 3/2$	$p^3$	$^4S_{3/2}$	2	3	2	$\pm 3$	0	—"	$\mp 5$
—"	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 2$	$p^4$	$^3P_2$	3/2	3	3/2	$\pm 3$	0	—"	$\mp 4$
—"	$\pm 1$	$\pm 1/2$	$\pm 3/2$	$p^5$	$^2P_{3/2}$	4/3	2	4/3	$\pm 2$	0	—"	$\mp 3$
—"	0	0	0	$p^6$	$^1S_0$	1	0	1	0	0	—"	$\mp 2$
3,5	$\mp 2$	$\pm 1/2$	$\mp 3/2$	$d^1$	$^2D_{3/2}$	4/5	6/5	2/3	$\mp 1$	2/15	4,6	$\mp 17$
—"	$\mp 3$	$\pm 1$	$\mp 2$	$d^2$	$^3F_2$	2/3	4/3	1/2	$\mp 1$	1/6	—"	$\mp 16$
—"	$\mp 3$	$\pm 3/2$	$\mp 3/2$	$d^3$	$^4F_{3/2}$	2/5	3/5	0	0	2/5	—"	$\mp 15$
—"	$\mp 2$	$\pm 2$	0	$d^4$	$^5D_0$	неопр	неопр	$\infty$	$(\pm 2)$	неопр	—"	$\mp 14$
—"	0	$\pm 5/2$	$\pm 5/2$	$d^5$	$^6S_{3/2}$	2	5	2	$\pm 5$	0	—"	$\mp 13$
—"	$\pm 2$	$\pm 2$	$\pm 4$	$d^6$	$^5D_4$	3/2	6	3/2	$\pm 6$	0	—"	$\mp 12$
—"	$\pm 3$	$\pm 3/2$	$\mp 9/2$	$d^7$	$^4F_{9/2}$	4/3	6	4/3	$\pm 6$	0	—"	$\mp 11$
—"	$\pm 3$	$\pm 1$	$\pm 4$	$d^8$	$^3F_4$	5/4	5	5/4	$\pm 5$	0	—"	$\mp 10$
—"	$\pm 2$	$\pm 1/2$	$\pm 5/2$	$d^9$	$^2D_{5/2}$	6/5	3	6/5	$\pm 3$	0	—"	$\mp 9$
—"	0	0	0	$d^{10}$	$^1S_0$	1	0	1	0	0	—"	$\mp 8$
4	$\mp 3$	$\pm 1/2$	$\mp 5/2$	$f^1$	$^2F_{5/2}$	6/7	15/7	4/5	$\mp 2$	1/15	5	$\mp 31$
—"	$\mp 5$	$\pm 1$	$\mp 4$	$f^2$	$^3H_4$	4/5	16/5	3/4	$\mp 3$	1/20	—"	$\mp 30$
—"	$\mp 6$	$\pm 3/2$	$\mp 9/2$	$f^3$	$^4J_{3/2}$	8/11	36/11	2/3	$\mp 3$	2/33	—"	$\mp 29$
—"	$\mp 6$	$\pm 2$	$\mp 4$	$f^4$	$^5J_4$	3/5	12/5	1/2	$\mp 2$	1/10	—"	$\mp 28$
—"	$\mp 5$	$\pm 5/2$	$\mp 5/2$	$f^5$	$^6H_{5/2}$	2/7	5/7	0	0	2/7	—"	$\mp 27$
—"	$\mp 3$	$\pm 3$	0	$f^6$	$^7F_0$	неопр	неопр	$\infty$	$(\pm 3)$	неопр	—"	$\mp 26$
—"	0	$\pm 7/2$	$\pm 7/2$	$f^7$	$^8S_{3/2}$	2	7	2	$\pm 7$	0	—"	$\mp 25$
—"	$\pm 3$	$\pm 3$	$\pm 6$	$f^8$	$^7F_6$	3/2	9	3/2	$\pm 9$	0	—"	$\mp 24$
—"	$\pm 5$	$\pm 5/2$	$\pm 5/2$	$f^9$	$^6H_{5/2}$	4/3	10	4/3	$\pm 10$	0	—"	$\mp 23$
—"	$\pm 6$	$\pm 2$	$\pm 8$	$f^{10}$	$^5J_8$	5/4	10	5/4	$\pm 10$	0	—"	$\mp 22$
—"	$\pm 6$	$\pm 3/2$	$\pm 5/2$	$f^{11}$	$^4J_{3/2}$	6/5	9	6/5	$\pm 9$	0	—"	$\mp 21$
—"	$\pm 5$	$\pm 1$	$\pm 6$	$f^{12}$	$^3H_6$	7/6	7	7/6	$\pm 7$	0	—"	$\mp 20$
—"	$\pm 3$	$\pm 1/2$	$\pm 7/2$	$f^{13}$	$^2F_{7/2}$	8/7	4	8/7	$\pm 4$	0	—"	$\mp 19$
—"	0	0	0	$f^{14}$	$^1S_0$	1	0	1	0	0	—"	$\mp 18$

Таблица 3. Квантовая символика и расчетные параметры 120 элементов в схеме LS-связи. Зеркально-симметричная форма. Выполняется принцип последовательного заполнения малых периодов из элементов с одинаковой ориентацией проекций суммарных спиновых моментов  $S_z$ . Элементы радиально-четного подмножества формируются в магнитном поле ядра из отрицательно ориентированных суммарных спиновых магнитных моментов атомов и отрицательных  $\xi_k$ , а элементы радиально-нечетного подмножества — из положительно ориентированных  $\mu_{sz}$  и  $\xi_k$  [12, 8],  $g$  — множитель Ланде,  $D$  — его уточненное значение,  $gJ_z$  и  $DJ_z$  — численные значения проекций магнитных моментов атомов в обычной и модифицированной [12] схеме LS-связи,  $J_z = L_z + S_z$  — проекция полного суммарного момента ( $\Delta = g - D$ ).

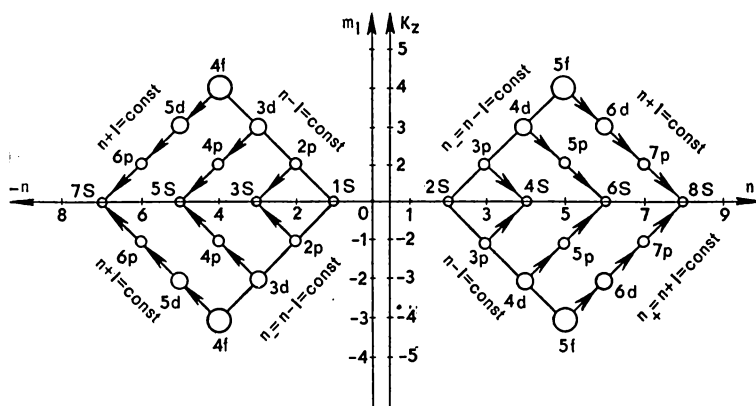


Таблица 4. Аксиальная симметрия. Зеркально-симметричная форма. Для основного состояния электронов (в соответствии с канонической суперматрицей (9)) до середины подуровней характерна одинаковая ориентация проекций спинов электронов (например,  $4f^{1-7}$ , верх табл. 4), а после середины — противоположная ( $4f^{8-14}$ , низ табл. 4). Для левого и правого подмножества уровней, подуровней (табл. 4) и элементов (табл. 2) знаки проекций суммарных спиновых  $S_z$  и магнитных  $\mu_{S_z}$  моментов атомов противоположны.

орбитального момента  $L^2 = l \cdot (l + 1) = l \cdot k_+ = l \cdot n_-$ , во всех остальных случаях  $L^2 = l \cdot n$ , т. е. модельный подход кроме простоты, удобства и наглядности обладает и очевидными эвристическими возможностями.

Безразмерной форме квантовых знаков сохранения (2, 5—8) (обобщенным критериям подобия [4—8]) сопоставляются соответствующие симметрии в заполнении периодической системы уровнями, подуровнями (табл. 1, 2) и элементами. Безразмерная форма квантовых законов сохранения [4—8] напоминает аддитивные законы сохранения в теории элементарных частиц (формулу Гелл-мана — Нишиджимы).

Согласно теореме Нетер, наличие симметрии (табл. 1—5) является свидетельством существования связанного с этой симметрией закона сохранения (2, 5—8) (квантового или классического) и наоборот. Квантовые числа, как легко показать, с одной стороны, есть особая форма критериев подобия, свидетельствующая об инвариантности интегралов движения относительно подобного преобразования замкнутой системы; с другой стороны, КЧ — безразмерная форма записи законов сохранения. Законы сохранения (2, 5—8) связаны с существованием аддитивных интегралов движения и аддитивных КЧ.

Необходимо особо отметить, что предложенную А. Зоммер-

$l$	$f$	$d$	$p$	$s$	$p$	$d$	$f$
$m_l$	-3	-2	-1	0	1	2	3
$n-n_z=k$	4	3	2	1	2	3	4
$n = l + n_r + 1$	1			1 0 2			
	2		5 0 10 4	1 3			
	3	21 0 30		11 2 12 18 13			
	4	57 0 70	31 2 36 20 19	48 1 39			
	5		71 2 80	37 4 38 54 3 49		102 1 89	
	6	2	81 4 86 56 5 55	112 3 103			
	7		4	87 6 88 118 5 113		3	
	8	4		120 7 119	5		

Таблица 5. Таблица элементов, в которой радиальным «узлам» сопоставлены  $n$ ,  $l$ -подгруппы в системе координат:  $m_l$ ,  $n$ .

$n$ -группы расположены по горизонтали,  $(n+l)$ -группы — в направлении стрелок, крупно (в центре) — радиальные КЧ, внизу клеток — номера элементов [5].

фельдом в теории эллиптических орбит формулу связи КЧ, являющуюся основанием системы  $n$ -групп ( $n = l + n_r + 1$ )

$$n = k + n_r = \text{const}, \quad (10)$$

следует рассматривать как приближенный закон сохранения, которому соответствует заполнение глубинных уровней и подуровней в атоме (рентгеновские спектры) и которому нет соответствия в реальной форме периодической системы (оптические спектры) [18]. Из табл. 5 ясно, почему внутренние уровни заполняются по  $n$ -группам (приближенно), а внешние по  $(n+l)$ -группам.



## 2. Вторичная периодичность и ее обоснование

Советский физик С. А. Шукарев заметил, что каждое новое появление  $n$ ,  $l$ -подуровней с одинаковыми значениями радиального числа ведет к вторично периодическим изменениям свойств элементов [6].

Закон сохранения радиального квантового числа (5), как оказалось [6], может рассматриваться в качестве физико-математического обоснования представлений о вторичной периодичности (Е. Бирон, С. А. Шукарев, В. К. Григорович [3] и др.).

При  $n_r = n - k = 0$  и при последовательном возрастании ( $l = 0, 1, \dots$ ) орбитального числа  $\{s, p, d, f, \dots\}$  получаем кайносимметрики  $\{0, 1, 2, 3, \dots\}$

Шукарева  $1s, 2p, 3d, 4f$ , при  $n_r = n - k = 1; l = 0, 1, 2, 3, \dots$  получаем палинсимметрики  $2s, 3p, 4d, 5f, \dots$  и т. д. [6]

Выяснилось также, что адекватным описанием вторичной периодичности служат различные зеркально-симметричные ФПС (табл. 1—5 и др.). В этом случае получаем многократно (с разных позиций) доказываемое разделение множества элементов,  $n$ ,  $l$ -подуровней и  $(n+l)$ -уровней на радиально-четные ( $n_r = 0, 2, 4, \dots$ ) и радиально-нечетные ( $n_r = 1, 3, 5, \dots$ ), причем радиально-четное подмножество состоит из нечетных  $(n+l)$ -уровней и групп, а радиально-нечетное — из четных  $(n+l)$ -уровней и групп. Левое подмножество связано с отрицательными значениями  $E_k$  — конфигурационного индекса Клечковского [18], а правое — с положительными  $E_k$  и т. д. (табл. 1, 2). Вторично-периодические свойства подобно повторяются в каждом большом периоде.

Оказалось, что число элементов в  $n_r$ -группе определяется суммированием по  $n$ ,  $l$ -подуровням, обладающим одним и тем же значением радиального числа. Для кайносимметриков [6], суммируя число электронов в  $n_- = k_+$  подуровнях, получим

$$N_r = 2n_-^2 = 2k_+^2 = 2n^2, \quad (11)$$

что совпадает с числом элементов в  $n$ -группах\*. Вторичная периодичность (5, 11) получила простое физико-математическое описание [6; 7]. Экспериментальные подтверждения вторичной периодичности содержатся в работах В. К. Григоровича, Ю. К. Дидыка, А. А. Макареня, Б. Д. Сухомлинова [3; 9].

\*  $n$ -группа формируется из  $n$ ,  $l$ -подгрупп по закону (10), например при  $n=4$  она состоит из четырех подгрупп:  $4s, 4p, 4d, 4f$ .

### 3. Математические закономерности зеркальной симметрии

Периодический закон Менделеева часто называли единственным важным законом природы, не имевшим математического выражения. Предлагавшиеся формулы либо были неоднозначны, либо не имели физического смысла, либо имели подгоночный характер [4; 18; 22], либо не совпадали с опытными данными.

При выводе периодического закона и периодической системы из теории Дирака все математические закономерности являются прямыми следствиями теории. В теории Дирака сохраняются квадраты азимутального ( $k^2$ ) и орбитального ( $L^2$ ) моментов. Поэтому их разность ( $L_z = \hbar$ )

$$M_l = k^2 - l^2 = 2l + 1 = 2k - 1 = l + k = 2(l + s) = 2j_+ = \dots, \quad (12)$$

где  $M_l$  — число возможных состояний магнитно-орбитального числа  $m_l = 0, \pm 1, \dots$ , равное числу «орбит» в  $n, l$ -подуровне. Умножив  $M_l$  на число возможных (из принципа Паули) состояний магнитно-спинового КЧ  $m_s = \pm 1/2$ , получим число электронов на  $n, l$ -подуровне (Стонер [17],  $M_s = |m_s|^{-1} = 2$  — спиновый критерий):

$$N_l = M_l M_s = 2 \cdot (2k - 1) = 4(l + s) = 4j_+ = 4s_{z+} = 2 \cdot (2l + 1). \quad (13)$$

Существует подобие между макро- и микроструктурой периодичности [4—8], поэтому число орбит в  $n, l$ -подуровне равно числу  $n, j$ -подуровней в малом периоде, а число электронов в  $n, l$ -подуровне равно числу  $n, j$ -подуровней в больших периодах. Число состояний  $M_k$  магнитно-азимутального КЧ равно максимальному значению главного КЧ  $n_+ = n_{r+} + 1$ , т. е. числу радиальных узлов  $\psi$ -функции в большом периоде ( $n_+ = 2n_- = 2k_+$ , см. табл. 2, где  $n_-$  и  $k_+$  — минимальное и максимальное значения КЧ). Поэтому, исходя из закона сохранения магнитно-азимутального КЧ (2), определим число элементов (электронов) в большом ( $N_D$ ) и малом ( $N_n$ ) периодах:

$$N_D = M_k^2 = n_+^2 = 4n_-^2 = 4k_+^2 = 4(j + s) = 4(n - n_r)^2 = \dots \quad (14)$$

$$N_n = n_+^2 / 2 = 2n_-^2 = 2k_+^2 = \dots = 2(n - n_r)^2 = \dots \quad (15)$$

Номер элемента, с которого начинают ( $Z_D$ ) и заканчивают ( $_D Z$ ) заполняться большие периоды, равен [4—8; 18]:

$$Z_l = M_l^3 / 6; \quad _D Z = (M_l^3 - M_l) / 6, \quad (16)$$

где  $Z_l \simeq 1, 5, 21, 57, 121$ ;  $_D Z \simeq 4, 20, 56, 120, \dots$

В (13—15)  $M_s=2$  — спиновый, а  $4=K_M=\alpha/\alpha_M$  — магнитный [11] критерий,  $\alpha=e_o^2/\hbar c \simeq 1/137$ ,  $\alpha_M=\mu_o^2 m_o^2 c/\hbar^3 = 1/548$  [11] — постоянные «тонкой структуры» для электрического (постоянная Зоммерфельда) и магнитного [11] взаимодействий, где  $m_o$ ,  $e_o$ ,  $\mu_o$ ,  $c$ ,  $\hbar$  — соответственно масса покоя, заряд и магнитный момент частицы, скорость света и постоянная Планка.

Из (14—16) следует, что зеркально-симметричная ФПС а) дублирует (по сути дела) систему  $n$ -групп; б) объединяет нечетную и четную  $(n+l)$ -группы (малые периоды) попарно в большой период (диады); в) является усовершенствованной симметричной формой менделеевской периодичности.

Таким образом, диадные ФПС (см. табл. 1—5), представляющие собой результат синтеза предшествующих ФПС, имеют простое математическое описание [4—8], согласующееся с современной теорией (квантовой и статистической механикой) и опытом [3; 18; 4—10].

#### 4. Векторная модель. $LS$ - и $JS$ -связь

В векторной модели сохраняются интегральные характеристики атома: суммарные значения квадратов полного  $\vec{J}$ , орбитального  $\vec{L}$  и спинного  $\vec{S}$  моментов и их проекции на ось  $z$  (совпадающую по направлению с  $J$ )  $J_z$ ,  $L_z$ ,  $S_z$  (в единицах  $\hbar$ )

$$J_z = L_z + S_z = \sum m_l + \sum m_s. \quad (17)$$

По аналогии в случае  $JS$ -связи сохраняется численное значение проекции полного магнитного момента [12]:

$$K_z = J_z + S_z = L_z + 2S_z. \quad (18)$$

Пояснения к (17—18) см. в табл. 3 в наших статьях [4, 6, 7] и написанных в соавторстве с А. В. Артамоновым и Б. К. Васильевым [5, 7], с Е. К. Фигуровским [12].

Имея в виду табл. 3, заметим, что проекции суммарного спина  $S_z$  и спинного магнитного момента атома ориентированы в нечетных  $(n+l)$ -уровнях в одном направлении, а в четных — в противоположном, т. е. большие периоды заполняются атомами, подобно тому как электроны заполняют  $n, l$ -подуровни (до середины — одна ориентация проекции спина, а после середины — противоположная в соответствии с правилом Хунда). Следовательно, в больших периодах происходит компенсация проек-

ций суммарных спиновых и спиновых магнитных моментов, что объясняет причину дублирования малых периодов в больших и причину существования  $(n+l)$ -групп [4—10; 18].

## 5. Законы сохранения симметрии и подобного изменения системы — основа гармонии природы

Законам сохранения КЧ (2, 5—8) соответствуют определенные симметрии в структуре атома в теории и моделях (табл. 1—5) периодичности; эти утверждения суть очевидное следствие теоремы Нетер. КЧ — особая обобщенная форма критериев подобия, свидетельствующая об инвариантности интегралов движения относительно подобного преобразования замкнутой системы. Следовательно, преобразование подобия возможно при наличии сохраняющихся величин. Например, при подобном преобразовании радиуса первой боровской орбиты в  $n^2$  раз *симметрия* орбиты, а также *линейная плотность электронов* на уровнях с КЧ  $n$  *сохраняются* [5; 7]. Индикатором подобия при заполнении больших периодов служит равенство единице отношения числа электронов в большом периоде  $\Delta Z = n_+^2$  к безразмерному радиусу большого периода  $r_{n+}/a_1 = n_+^2$ .

При изменении обобщенного критерия  $n=1, 2, 3, \dots$  сохраняется спиновый  $M_s = \alpha/\alpha_s = 2$  и магнитный  $K_M = \alpha/\alpha_M = 4$  критерии подобия [5; 7] (см. с. 255 настоящей книги).

Аналогично в безразмерной форме квантовых законов сохранения (2, 5—8) постоянны одни КЧ и изменяются другие. Например, при сохранении радиального КЧ изменяются главное, орбитальное и азимутальное КЧ.

$$n_r = n - k = \text{const}, \quad (5)$$

$$n, l, k = \text{varia}. \quad (5')$$

Очевидно, при  $n_r = 0$  получим группу кайносимметриков [6]  $1s, 2p, 3d, 4f, \dots$ , в которой задан (5) закон изменения главного и орбитального КЧ.

Из сказанного следует, что безразмерной форме обобщенных законов сохранения (5—8, 2) сопоставляется обобщенная форма законов изменения (5'—8', 2'). Существенно, что законы сохранения (5—8, 2) однозначно связаны с законами изменения. Математической структурой законов сохранения КЧ (5—8, 2) служат уравнения связи, а математической структурой законов

подобного изменения системы — полугруппы (5'—8'), в которых отсутствуют обратные элементы, т. е. отрицательные КЧ, и группы подобия [13], в которых задана операция прибавления единицы (см. 3, 4), закономерно переводящая предшествующие элементы группы в последующие.

Наши утверждения о существовании кроме обобщенных законов сохранения еще и обобщенных законов изменения физических величин могут показаться тривиальными или неновыми, но это не так. Утверждение «квантовые числа суть критерии подобия» [4—7] неточно, так как у подобных явлений критерии подобия *одни и те же*, а КЧ имеют спектр значений (целых и полуцелых), т. е. КЧ суть обобщенные критерии подобия, изменяющиеся по групповым законам (5'—8') и входящие в группы подобия [13], в которых задана операция сложения. Кроме того, существуют группы подобия, не связанные явно с законами сохранения КЧ (3, 4). Во всех этих случаях мы имеем дело с законом изменения, математической структурой которого служит группа подобия. Законы изменения и законы сохранения взаимосвязаны, дополняют друг друга, образуя единство противоположностей.

Критерий подобия для атома равен 1, а для электрона —  $\frac{1}{2}$ :

$$1 = m_0 v_1 a_1 / \hbar; \quad 1/2 = m_0 c r_b / \hbar, \quad (19)$$

(где  $r_b = \hbar / 2m_0 c$  — максимальный (волновой) радиус электрона [11],  $v_1$  и  $a_1$  — скорость и радиус 1-й орбиты Бора), что объясняет целочисленные или полуцелые значения КЧ. Множество последовательно возрастающих значений КЧ при этом образуют полугруппу для положительных КЧ и бесконечную группу подобия для «магнитных» КЧ.

Группы подобия могут обладать различной структурой. Степенные абелевы группы подобия для масс, энергий, констант действия, радиусов подобных объектов и т. д. [13] имеют большое эвристическое значение, поскольку с их помощью задаются законы изменения подобных физических явлений, моделей, констант и т. д. Произведения групп подобия образуют двух-, трех- и  $n$ -мерные групповые пространства [13].

Минимальный  $r_0$  и максимальный  $\lambda_0$  диаметры электрона [11; 13] ( $\lambda_0 = 2r_b$ ) вместе с первым радиусом Бора входят в качестве членов в степенную группу подобия [13]

$$(\dots, \alpha^1, \alpha^0, \alpha^{-1}, \dots) \lambda_0 \quad (20)$$

где  $\alpha = e_0^2 / \hbar c$ ;  $\lambda_0 = \hbar / m_0 c$ ;  $e_0$ ,  $m_0$  — «заряд» и масса покоя электрона,  $c$  — скорость света,  $\hbar$  — постоянная Планка.

В нашей статье «Динамика электромагнитных вихрей. Моделирование внутренней структуры фермионов и бозонов на основе групп подобия и симметрии» [13] в качестве физико-математической конкретизации диалектико-материалистического учения о материальном единстве мира приведена обобщенная группа подобия, справедливая для всех видов взаимодействия в области макро- и микромира:

$$(\dots, \alpha_i^1, \alpha_i^{1/2}, \alpha_i^0, \alpha_i^{-1/2}, \alpha_i^{-1}, \dots) \cdot m_i^2 c^4 \hbar^2 e_0^2, \quad (21)$$

где  $\alpha_i = e_i^2 / \hbar c$  — обобщенный, критерий Зоммерфельда [13], а  $e_i$  — обобщенный заряд. В частном случае из (21) получен спектр масс — от массы протона до массы Вселенной [13], спектр размеров микро- и макрообъектов — от гравитационных радиусов частицы, планкеона до радиуса Вселенной. Обобщенная группа подобия (21) является явным выражением *подобно-го изменения параметров системы с сохранением ее симметрии*.

Покажем взаимосвязь законов изменения с законами сохранения для наиболее общего случая (20), для чего запишем закон сохранения квадрата обобщенного заряда (взаимодействия) в виде

$$e_i^2 = (\dots, \gamma_i \alpha_i^0, \lambda_i \alpha_i^1, a_i \alpha_i^2, \dots) \cdot m_i^2 c^2, \quad (22)$$

где  $\gamma_i$ ,  $\lambda_i$ ,  $a_i$  — обобщенные значения классического, комптоновского и боровского «радиусов»;  $m_i$  — обобщенная масса элементарной частицы;  $c$  — скорость света.

В (22) сочетается закон сохранения (квадрата) обобщенного заряда с законом изменения размеров микрообъектов. *Обобщенный закон сохранения и изменения* (22) объясняет существование уровней классической ( $\gamma_i$ ) и квантовой ( $\lambda_i$ ) электродинамики и квантовой механики ( $a_i$ ) для случая обобщенной квантовой микро- и макромеханики [14], предвосхитившей, на наш взгляд, построение «единой теории поля» (А. Салам, С. Вайнберг, Л. Глэшоу) — «великого объединения» взаимодействий.

Формуле (22) можно легко придать вид обобщенного закона сохранения, превращения и изменения энергии:

$$m_i^2 c^2 = (\dots, \alpha_i^0 / \gamma_i, \alpha_i^{-1} / \lambda_i, \alpha_i^{-2} / a_i, \dots) \cdot e_i^2. \quad (23)$$

Из (22, 23) видна взаимосвязь законов сохранения квадрата обобщенного элементарного заряда и обобщенной энергии частицы с законами изменения параметров подобных систем.

ОТС Ю. А. Урманцева [23; 24 и др.] раскрывает наиболее общие законы существования систем любой природы и изучает соответствующие им симметрии для гармоничных систем, строя-

щихся по законам подобия и групповым принципам. Мы же рассмотрели частные случаи, связанные со структурой атомов, элементарных частиц и взаимодействий, в которых реализованы указанные законы ОТС.

### *6. Разделение множества электронов в атоме на два (зеркально) симметричных подмножества. Теоретические предсказания и опытные подтверждения*

Важнейшим теоретическим следствием разделения множества элементов (и множества электронов в атоме) на радиально-четное (левое) и радиально-нечетное (правое) подмножества с противоположной ориентацией проекций суммарных спиновых и спиновых магнитных моментов атомов [4—9] является утверждение [4] о существовании результирующей спиральности, разбивающей совокупность атомов на левые ( $\Lambda = -1$ ) и правые ( $\Lambda = +1$ ). Результирующая спиральность (вращение) связана с ориентацией проекции суммарного спина  $S_z$ . Разделение атомов на левые и правые предсказано Ю. А. Урманцевым в 1968 г.

Спектральные переходы из состояний с левой спиральностью в состояния с правой спиральностью запрещены, т. е. разрешены инвариантные  $(p+l)$ - и  $(p-l)$ -переходы [6]. Экспериментальным подтверждением этого служит существование совокупности разрешенных и запрещенных спектральных переходов [подробнее см.: 4, 6, 8, 9], метастабильных состояний, левой и правой поляризаций фотонов.

Атом обладает аксиальной симметрией [4] и не имеет сферической симметрии. Полной аксиальной симметрией обладают только элементы, которыми завершаются большие периоды (Be, Ca, Ba, Экабарий); они являются и наиболее устойчивыми и распространенными. Опыт подтверждает особую распространенность  $s^1$ - и  $s^2$ -элементов [9; 10], которыми завершаются малые и большие периоды.

Большинство атомов с незавершенной асимметричной структурой должны (ввиду смещения центра тяжести отрицательного заряда) обладать электрическими и магнитными дипольными моментами. Существование электрических и магнитных диполей подтверждается существованием соответствующих типов кристаллов. Смещением центра тяжести отрицательного заряда удалось объяснить «электроотрицательность»  $E$ , «сродство к электрону», энергию связи молекул  $W$  в согласии с экспериментом [15]:

$W_{AA}=2E\hbar\omega_0=2(|S_z|+|s_z|)\hbar\omega_0=(B+1)\hbar\omega_0$ ,  $B=|2S_z|$  — валентность,  $\hbar\omega_0=1$  ЭВ.

Зеркально-симметричная модель ядерной периодичности позволила дать простое и наглядное объяснение совокупности опытных фактов из теории ядер [10].

Важным теоретическим следствием аксиальной симметрии является предсказание существования множества «энергетических сдвигов» в атомах в одних случаях и их отсутствия в других [8; 9]. «Энергетические сдвиги» связаны с необходимостью переориентации с большой затратой энергии спиновых и спиновых магнитных моментов при переходах из левого подмножества в правое и наоборот. «Энергетические сдвиги» должны существовать при переходах  $ns \rightleftharpoons np$  (частный случай  $2s \rightarrow 2p$  — «Лэмбовский сдвиг»),  $pr \rightleftharpoons nd$ ,  $nd \rightleftharpoons nf$  и отсутствовать при переходах  $pd \rightleftharpoons ns$  и  $pf \rightleftharpoons pr$ . Существование энергетических сдвигов в случае  $ns \rightarrow pr$  и их отсутствие в случае  $pd \rightarrow ns$  подтверждается опытами группы академика Я. К. Сыркина [21]. Вторичная [3; 20] и первичная периодичность и множество других опытных закономерностей, в том числе и не имевших ранее теоретического объяснения [1; 19], достаточно легко объяснимы [9] с позиций нашего подхода [4—10].

Представления о разделении множества электронов в атоме на два подмножества, являющиеся развитием идей Менделеева, Бора, Ключковского [18], Шукарева и других исследователей, уже получили признание в статьях Ю. А. Урманцева [24], Г. П. Гордеева [2] и др.

Эвристические возможности представленного здесь подхода [4—10; 12; 15 и др.] к проблеме структуры атома и периодичности достаточно широки и не ограничиваются сказанным в этой главе.

## Глава 11

# ВЫСШИЕ СИММЕТРИИ, ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ИНВАРИАНТЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

Современное математическое естествознание обращает особое внимание на изучение принципов симметрии в природных явлениях, объектах, законах. Развитие научного знания и его методов привело к тому, что концепция симметрии стала одной из основ современного теоретико-физического мышления наряду



с концепцией количественного описания природы. Для любой системы взглядов, призванной охватить с единых концептуальных позиций проблемы современного естествознания, вопрос о степени использования принципов симметрии при изучении природных явлений и методов познания этих явлений может служить пробным камнем ее адекватности, непротиворечивости, эвристичности. Указанному вопросу уделяется большое внимание в ОТС Ю. А. Урманцева [16—19]. В его монографии «Симметрия природы и природа симметрии» [17] эта проблематика разработана наиболее глубоко, в других вариантах ОТС данный вопрос, к сожалению, вообще не рассматривается.

Настоящая глава посвящена частному случаю природных симметрий: симметриям в ростовых трансформациях и конфигурациях биологических объектов, базирующимся на более широкой группе преобразований, чем группа подобия. Другими словами, речь идет о неевклидовом в общем случае характере биосимметрий в развитие идей В. И. Вернадского о неевклидовой геометрии живого вещества [5. Гл. XV, XVI; 6]. Изложенные нами материалы рассматриваются и с позиций ОТС Ю. А. Урманцева.

Согласно теоретико-групповому пониманию геометрии, сформулированному Ф. Клейном в Эрлангенской программе, геометрия есть наука об инвариантах групп преобразований. Каждой группе преобразований (а это вполне строгое математическое понятие) соответствует «своя» геометрия: группе движения (или, как часто говорят, группе подобия) — евклидова геометрия, группе гиперболических преобразований — геометрия Лобачевского, группе конформных преобразований — конформная геометрия и т. д. [9; 13. С. 26]. В ходе изучения биологических симметрий нами обнаружено, что конформные (круговые) преобразования, лежащие в основе одной из важнейших математических геометрий и имеющие важное значение для фундаментальной физики, реализуются в живой природе в процессе роста организмов (ростовых трансформаций) и становления симметрии этих биологических объектов. Причем ранее известные в биологии евклидовы симметрии биообъектов, основанные на евклидовых преобразованиях зеркального отражения, вращения, параллельного сдвига и масштабирования, с геометрической точки зрения являются лишь частными случаями конформных биосимметрий.

Общезвестна способность многих живых организмов (животных, растений, грибов) к масштабному объемному росту на длительных отрезках онтогенеза [17. С. 127—129]. При этом все части тела пропорционально увеличиваются в размерах при сохранении формы тела, т. е. имеет место кооперативное поведе-

ние множества отдельных блоков тела, и между биологическими объектами возникают отношения масштабной симметрии. Масштабное преобразование является таким *линейным* преобразованием, при котором по изменению лишь трех точек масштабируемой фигуры можно определить преобразование всей совокупности ее точек.

Такой распределенный по объему рост живых тел, приводящий к ростовой трансформации всей фигуры вместе с ее внутренними блоками, существенно отличается от поверхностного роста кристаллов, который происходит за счет прибавления вещества только на поверхности кристалла и не затрагивает его внутренние блоки. Способность к объемному росту является одним из наиболее фундаментальных и универсальных свойств живой материи, сопровождающим, видимо, всю биологическую эволюцию с ранних ее этапов. В свете этого исследование данной способности живых тел имеет принципиально важное значение для естествознания.

Объемный рост естественно моделировать с помощью представления о некоторой активной среде, растущей за счет согласованного роста каждой точечной зоны ее объема. Назовем ее моделью локально определенного объемного роста. Очевидно, что масштабный вид объемного роста на такой модели реализуется при выполнении следующих условий: 1) ростового масштабирования каждой локальной зоны тела, т. е. ростового изменения каждой точечной зоны одинаково интенсивно во всех направлениях (локально-изотропный, т. е. одинаковый по всем направлениям, рост); 2) равенства ростовых изменений всех локальных зон масштабируемого тела.

Существуют ли в живой природе виды ростовых видоизменений, удовлетворяющие, например, лишь первому условию? Проведенное нами исследование позволило дать положительный ответ на этот вопрос и одновременно показало морфологическое значение конформных симметрий. Изложим полученные результаты, частично освещенные нами ранее [12; 13; 24 и др.].

## *1. Локально-изотропный рост и конформные преобразования*

Рассмотрим следствие из условия локальной изотропности роста. Как известно из геометрии, при таком типе локальных изменений, сопровождающихся, очевидно, преобразованием подобия каждой локальной зоны, форма тела «в целом» может с обычной точки зрения резко измениться, поскольку подобие в «малом» не сопровождается подобием «в целом» в том общем случае, когда

трансформации подобия не одинаковы в различных локальных зонах. Преобразования, при которых каждая локальная зона тела претерпевает преобразование подобия, в геометрии называются *конформными*. Для случая трехмерного пространства, которым мы здесь ограничимся, все конформные преобразования исчерпываются группой круговых преобразований, обобщающей традиционную для морфологии группу преобразований подобия.

*Группой круговых преобразований* называется группа точечных преобразований, сохраняющая углы и переводящая сферы в сферы или плоскости. Любое круговое преобразование может быть представлено с помощью одного преобразования подобия и одного преобразования инверсии относительно сферы. Данная десятипараметричная (в трехмерном пространстве) группа содержит семипараметричную группу преобразований подобия в качестве своей самой широкой подгруппы и связана с гармоническими функциями и теорией потенциала. Эта новая для морфологии группа хорошо известна в математике и физике. Подчеркнем, что если геометрическое тело видоизменяется не по правилам круговых преобразований, то в нем обязательно существуют зоны, где условие локальной изотропности роста нарушено и форма в «малом» не сохранена. В ходе проведенного нами биогеометрического исследования было выявлено существование круговых преобразований и симметрий во всей живой природе как при нормальном, так и при патологическом формообразовании.

Конформные преобразования в общем случае являются *нелинейными* и существенно меняют не только размеры, но и форму тела; при этом, зная преобразование четырех точек общего положения телесной фигуры, можно определить трансформацию всего множества ее точек. В качестве частных примеров конформных биотрансформаций укажем на онтогенетические трансформации двух объектов — шляпочных грибов и головок ромашек, — описанные еще А. Г. Гурвичем [8. С. 154—168] при введении им концепции морфогенетического поля. Так, онтогенетические трансформации шляпки мухомора *Amanita* приводят к постепенному ее изменению от сферической формы к уплощенной, а затем снова к инвертированной сферической форме. При этом меняется не только форма шляпки «в целом», но соответственно нелинейно меняются также расстояния между ее соседними зонами. Данное согласованное видоизменение локальных и интегральных морфологических характеристик адекватно моделируется круговым преобразованием.

Сходное круговое преобразование наблюдается в онтогенезе, например, соцветия ромашки *Matricaria gescuta*, которое на раннем этапе онтогенеза имеет уплощенную поверхность и цвет-

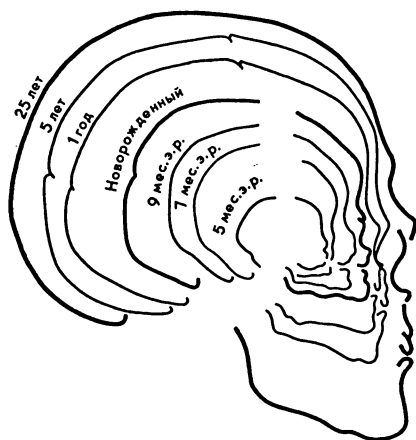
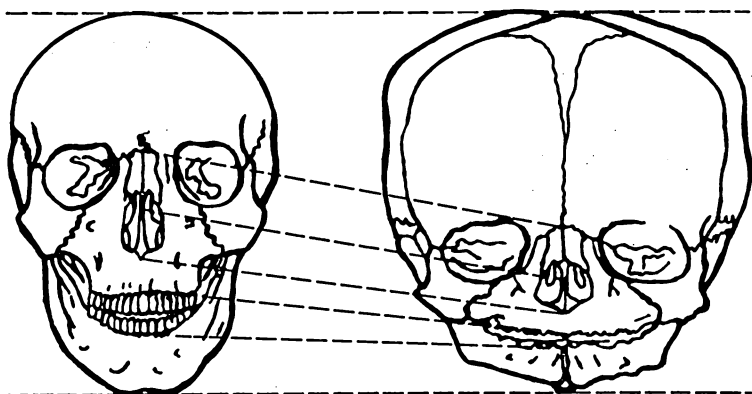
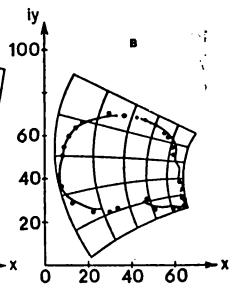
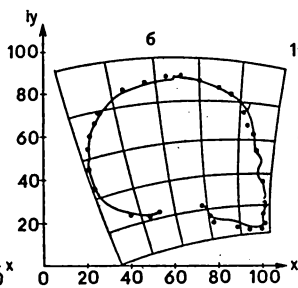
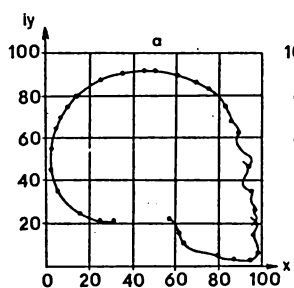


Рис. 1. Конформногеометрическое моделирование онтогенетических трансформаций черепа человека. Профили черепов взрослого (а), пятилетнего (б) и новорожденного (в) даны по Б. М. Пэттену (1959 г.)



ки, закономерно уменьшающиеся по размерам от периферии к центру соцветия. Описываемое преобразование связано с неоднородным по объему соцветия локальным ростовым масштабированием, трансформирующим макроструктуры соцветия (отдельные цветки и их части, цветоносы) так, что все цветки с возрастом почти сравниваются по размерам, а поверхность соцветия становится сферической (описанный А. Г. Гурвичем [8] вариант онтогенетической трансформации соцветий ромашки *Matricaria chamomilla* моделируется конформным преобразованием параболоида вращения).

Подчеркнем, что конформные трансформации биотел тесно связаны с их масштабными преобразованиями. Например, у одних видов грибов шляпки в онтогенезе масштабируются, сохраняя свою форму (масляник зернистый, скрипица и др.), а у других конформно трансформируются (шампиньоны, мухоморы и др.). То же наблюдается у растений, например у головок сложноцветных. В царстве животных также известны виды, тела которых на длительных отрезках онтогенеза претерпевают масштабный рост (например, личинки насекомых, половозрелые рыбы); вместе с тем можно указать немало примеров животных организмов с конформными трансформациями в онтогенезе [13]. В частности, нами получен ряд данных по масштабной и неевклидовой конформной трансформации черепов человека и животных в онто- и филогенезе (см. рис. 1), дополнительно свидетельствующих о взаимосвязи эволюционных и ростовых законов. Отметим также, что условия различных видов объемного роста аналогичны условиям масштабного роста: они происходят на фоне возрастного биохимического перерождения отдельных тканей, полового созревания, появления дополнительных структур (волос, зубов и т. д.).

В свете полученных нами данных положения одной из абстрактных неевклидовых геометрий — конформной геометрии, базирующейся на группе круговых преобразований, отвечают реальности. При круговых преобразованиях в общем случае у живых тел изменяются расстояния между точками, попарные отношения длин и т. п., но сохраняются величины углов и другие конформногеометрические инварианты. (Эти трансформации тел для наглядности удобно представлять на фоне соответствующей трансформации декартовой сети координат в духе работ английского естествоиспытателя Д'Арси Томпсона [27] и его многочисленных последователей.) Многообразие органических форм оказывается в известной мере мнимым из-за неадекватности обычной, евклидовой точки зрения на него.

## 2. *Ростовые домены и их ростовые движения*

Для живых тел, наделенных определенной передаваемой по наследству формой, типична ситуация, когда на отдельных отрезках онтогенеза ростовые трансформации различных частей тела (а иногда и всего тела) представляют собой с геометрической точки зрения конечнопараметрические преобразования — масштабные, круговые и прочие, т. е. геометрические преобразования, в которых трансформация всей совокупности (континуума) точек задается трансформацией конечного числа его точек. Континуум точек органического тела, ростовые трансформации которого определяются или предсказываются по преобразованию конечного числа его точек, будем называть *ростовым доменом*, а само конечнопараметрическое преобразование — *ростовым движением домена*.

Если ростовые движения какой-то части тела не определяют по ростовым движениям точек другой части тела, то это значит, что данные части охвачены разными ростовыми движениями и принадлежат разным ростовым доменам. Примерами разных ростовых доменов на соответствующих этапах онтогенеза являются: шляпка и ножка плодового тела мухомора; головка и стебель многих сложноцветных; голова животного, рога и волосы на ней и пр. Поэтому растущий организм в общем случае следует рассматривать как колонию (симбиоз, куст) объемно-ростовых доменов, каждый из которых охвачен своим вариантом поля объемного роста, причем на разных этапах онто- и филогенеза число таких доменов может уменьшаться до единицы за счет объединения доменов или увеличиваться за счет их распада.

Разработка концепции развивающегося организма как колонии ростовых доменов связана не только с установлением видов объемного роста, но и с анализом соотношений между доменами, в частности с установлением корреляций между видами их объемного роста на разных этапах развития, со взаимопереходом этих видов (предполагающим иерархическую взаимосвязь между видами роста), а также с изучением «движения» границ между доменами. Эти границы зачастую подвижны, и потому часть одного ростового домена может более или менее быстро передаваться соседнему. Представляется, что данная концепция имеет немаловажное значение для морфоинженерии, для направленной регуляции морфогенезов.

Термин «колония» использован нами не случайно: он отражает существование замечательных параллелизмов между организацией отдельного живого тела как колонии ростовых доменов и организацией геометрически закономерных колоний из многих

живых организмов. Например, одни и те же законы филлотаксиса проявляются как в расположении листьев по побегу растений, так и в размещении колонии зооидов по телу медузы [13. С. 14]. Закономерности построения колоний кораллов сходны с закономерностями формообразования отдельных растений и животных. Другими словами, геометрические особенности построения колоний отдельных организмов представляют собой не нечто, возникшее вдруг на некотором этапе эволюции, а во многом лишь повторение на новом эволюционном уровне основных ростовых закономерностей живого вещества.

Более того, с геометрическими закономерностями ростовых доменов и их колоний связаны также «пространственные» инстинкты и способы активного упорядочения организмом окружающего пространства. Свидетельством этого являются «строительные» инстинкты многих животных организмов, благодаря которым они безо всякого обучения создают различные сооружения со строгими для данного вида организмов стандартами формы. В этих формах зачастую воспроизводятся морфогенетические модули, реализуемые в живых телах, или известные формы колоний ростовых доменов (домики личинок коловраток флоскулярий; конусовидные логовища-колпачки тенетных пауков и др.). Это означает, что инстинкты пространственных представлений и активного упорядочения организмом окружающего пространства являются производными от морфогенетических закономерностей и структурно родственными им.

Исследования объемного роста тесно смыкаются с изучением многоблочных биоструктур, построенных по рекуррентному правилу: форма и расположение каждого последующего блока определяются некоторым «порождающим» преобразованием предшествующего, причем это преобразование фиксировано вдоль всей последовательности блоков. Другими словами, речь идет о многоблочных конфигурациях, связанных с циклическими группами автоморфизмов. Такие структуры с циклической группой автоморфизмов подобия проанализированы в классической работе А. В. Шубникова [21]. Нами установлено, что в биоструктурах широко представлены также многоблочные конфигурации с циклическими группами неевклидовых автоморфизмов, прежде всего конформных, а также аффинных, проективных и касательных [14; 25; 26]. Это дает возможность обобщить применительно к биологии учение Шубникова [21] о симметриях подобия. Причины распространенности таких многоблочных биоструктур с евклидовыми и неевклидовыми автоморфизмами мы склонны связывать с циклами жизнедеятельности, сверткой информации для генетического кодирования морфогенеза, а также с многошаговыми процессами теории оптимизации в условиях

действия помех [2]. Использование этих данных о симметричных свойствах многоблочных биоструктур позволяет надеяться на существенное продвижение в теории объемного биороста.

Рассмотрим более обстоятельно вопрос о конформной симметрии в возрастных трансформациях тела человека. Начнем с известного факта возрастного изменения формы черепа человека. На рис. 1 представлено нелинейное изменение профиля черепа человека на протяжении жизни (верхний ряд — по Б. М. Пэттену, 1959). Нельзя ли описать эти возрастные трансформации черепа теми же конформными преобразованиями, что и возрастные трансформации шляпки мухоморов или головки ромашки? Проведенное нами исследование показало, что действительно нелинейные трансформации профилей черепа, по Пэттену, в первом приближении представляют собой конформногеометрические преобразования, что иллюстрирует рис. 1.

О морфологическом значении конформных преобразований свидетельствует и анализ возрастных изменений пропорций кинематической схемы тела человека, т. е. схемы, отражающей число основных звеньев опорно-двигательного аппарата и способов их сочленения. Для кинематической схемы тела человека и позвоночных животных характерен принцип трехчленного строения, который, как принято считать, возник в девонском периоде, 300 млн лет назад, примерно в одно время с появлением у животных костного скелета [13. С. 36]. Данная схема у человека состоит из трехчленных кинематических блоков: трехфаланговых пальцев, трехчленистых конечностей (плечо — предплечье — кисть и бедро — голень — стопа), трехчленистого тела (в антропологии тела подразделяют на верхний, туловищный и нижний отрезки). Нами отмечено, что длиннотные пропорции этих трехчленных блоков тела человека по мере его роста изменяются по правилам конформных преобразований: в каждом трехчленном блоке ростовое удлинение одного звена согласовано с удлинением двух других звеньев так, что в распрямленном блоке сохраняется неизменным инвариант одномерных круговых (и проективных) преобразований, называемый двойным отношением или вурфом (от нем. *Wurf* — бросок):

$$W = \frac{(C-A)(D-B)}{(C-B)(D-A)}, \quad (1)$$

где в скобках даны соответствующие длины звеньев между четырьмя расчленяющими точками (А, В, С, D) трехчленного блока.

Нами вычислены величины вурфов *W* для каждого из трехчленных кинематических блоков человека в различных возрастах. Все исходные антропологические данные брались из работ





В. В. Бунака [4] и Д. Г. Рохлина [15]. Результаты вычислений представлены в табл. 1, из которой видно, что величина вурфов у каждого трехчленного блока практически не изменяется на протяжении всего постнатального онтогенеза. Это свидетельствует о конформногометрической ростовой трансформации трехчленных блоков. Кроме того, значения вурфов всех трехчленных блоков в табл. 1 группируются вокруг величины 1,31 и с точностью до величины отклонения от нее (выраженной среднеквадратической ошибкой) можно говорить о конформной симметрии между этими блоками. Причем кинематическая схема тела человека оказывается составленной из конформносимметричных блоков первой ступени (трехчленных кинематических блоков), объединенных в конформносимметричные блоки второй ступени (две зеркально-симметричные половины тела). Подобный принцип многоступенчатости конформных блоков встречается и у других биотел.

Наиболее точно и неизменно выдерживает величину 1,31 вурф среднего пальца руки — самого выступающего из пальцев кисти (по его концу определяется длина всей кисти и руки) и самого устойчивого в отношении эволюционного редуцирования числа пальцев конечности в мире животных. С чем же связана эталонная величина 1,31 вурфов трехчленных кинематических блоков тела? Ответ на этот вопрос можно искать на разных путях, например предполагая, что дело здесь в загадочном влиянии земного тяготения, в условиях действия которого формируются живые организмы, или в некоторой оптимальности именно этой вурфовой пропорции в кинематических задачах тела и т. п. Мы установили, что данная пропорция обусловлена известными в биологии филлотаксисными \* законами морфогенеза, тесно связанными с симметриями биологических тел и рядом чисел Фибоначчи [1; 17; 20; 22; 27]. Остановимся на этом подробнее, напомнив некоторые сведения.

Рядом Фибоначчи называется следующая рекуррентная последовательность \*\* чисел (при  $n=0, 1, 2, 3 \dots$ ):

$$F_{n+2} = F_n + F_{n+1}; 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, \dots \quad (2)$$

Согласно законам филлотаксиса, открытым в ботанике, при многих случаях симметричного формообразования биологических объектов в числовых характеристиках их конфигураций

\* Филлотаксис (от греч. *phyllon* — лист и *taxis* — расположение в порядке) — листорасположение.

\*\* В математике: возвратная последовательность (от лат. *resurgens* (*resurgentis*) — возвращающийся).

реализуются сразу пары фибоначчиевых чисел из последовательностей двух типов:

$$Q_n^I = \frac{F_{n+1}}{F_n} : \frac{2}{1}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{8}{5}, \dots \rightarrow \Phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1,618... \quad (3)$$

$$Q_n^{II} = \frac{F_{n+2}}{F_n} : \frac{2}{1}, \frac{3}{1}, \frac{5}{2}, \frac{8}{3}, \frac{13}{5}, \dots \rightarrow \Phi^2 = \frac{3+\sqrt{5}}{2} = 2,618... \quad (4)$$

Вернемся, однако, к конформным симметриям человеческого тела. Формально связь эталонной для вурфов трехчленных блоков тела величины 1,31 с рядом чисел Фибоначчи обнаруживает следующим образом. Поскольку ранее известные симметрии биологических тел во многих случаях явно демонстрируют связь с рядом Фибоначчи, то естествен вопрос: не имеет ли ряд Фибоначчи отношения к конформным симметриям трехчленных блоков человеческого тела? При изучении этого вопроса мы рассмотрели последовательность не аффинных отношений (3), а вурфов соседних членов ряда Фибоначчи. Три соседних числа  $F_n$ ,  $F_{n+1}$ ,  $F_{n+2}$  ряда Фибоначчи можно интерпретировать как длины трех последовательных отрезков. Тогда величины  $W_n$  вурфов (1) всех последовательных троек чисел Фибоначчи образуют новую — вурфовую — последовательность:

$$\left\{ W_n = \frac{(F_n + F_{n+1})(F_{n+1} + F_{n+2})}{F_{n+1} \cdot (F_n + F_{n+1} + F_{n+2})} = \frac{F_{n+3}}{2F_{n+1}} \right\} : 1, \frac{3}{2}, \frac{5}{4}, \frac{8}{6}, \frac{13}{10}, \dots P = \frac{\Phi^2}{2} = \frac{3+\sqrt{5}}{4} = 1,309... \quad (5)$$

Подобно тому как предел аффинной последовательности (3) из чисел Фибоначчи называется золотым сечением, полученная нами предельная величина  $P$  вурфовой последовательности (5) названа *золотым вурфом*. Именно это значение имеют вурф тройки последовательных отрезков с длинами 1,  $\Phi$ ,  $\Phi^2$ , а также вурфы всех троек отрезков, конформно эквивалентных этой.

Итак, эталонная величина вурфов трехчленных кинематических блоков тела совпадает с величиной золотого вурфа. Неслучайность данного совпадения доказывается целым рядом дополнительных материалов, на которых мы не будем здесь останавливаться. Морфогенетическая природа этой особенности кинематической схемы тела иллюстрируется, например, тем, что у человека улитка уха, состоящая из трех завитков, также характеризуется пропорцией золотого вурфа между завитками.

Полученные результаты дают, в частности, возможность поновому подойти к древним вопросам эстетики пропорций и предложить новые эстетические системы формообразования. Пропор-

ции человеческого тела издавна были предметом совершенно особого интереса со стороны художников, скульпторов, архитекторов и т. д. — всех, кто пытался постичь тайну эстетического предпочтения одних пропорций другим и установить каноны эстетических пропорций. Согласно древней концепции красоты, тело человека является самым прекрасным из творений природы: истоки красоты пропорций заключены в нем самом, и задача художника состоит в познании законов его пропорций. При этом многие исследователи полагали, что все человеческое тело как набор определенных пропорций построено на каком-то едином унифицирующем принципе, раскрыв который можно познать тайну прекрасного тела. М. Я. Брейтман [3] привел список из 115 имен известных мыслителей и художников прошлого (в том числе Аристотеля, Микеланджело, Витрувия, Гельмгольца, Дюрера, Леонардо да Винчи, Фехнера и др.), изучавших пропорции человеческого тела с целью установить этот принцип, или «канон», его строения.

Отличие наших подходов и предложений в области эстетики пропорций состоит прежде всего в том, что в основу предлагаемых эстетических систем положены инварианты конформной геометрии. В частности, введено принципиально новое понятие *вурфовой пропорции* как совокупной пропорции частей трехчленных ансамблей, тогда как прежде в истории эстетики речь шла всегда об аффинных пропорциях двухчленных ансамблей. Полученные нами данные о проявлении золотого вурфа в человеческом теле, сложенном из трехчленных кинематических блоков, позволяют считать золотой вурф трехчленным «каноном» человеческого тела и указать новую систему построения эстетических пропорций, которую мы называем системой золотого вурфа. Она основывается на утверждении, что пропорции золотого вурфа обладают особой эстетичностью в связи с их реализацией в теле человека. Проведенные нами эксперименты подтверждают это положение.

По системе золотого вурфа можно проектировать формы и ряды форм машиностроительных изделий, архитектурных сооружений и т. д. с использованием трехчленения в отношении  $P$  или любого другого трехчленения, вурфовая пропорция которого также равна золотому вурфу. Сравнение с известной системой эстетического пропорционирования (модулом Ле Корбюзье [10]), базирующейся на трехотрезочном членении с отношением отрезков  $1:\Phi:\Phi^2$ , показывает, что модуль может интерпретироваться как специальный частный случай системы золотого вурфа [13. С. 53—56]. Второй эстетической системой, предлагаемой нами на основе морфогенетических исследований, является система конформных блоков [13. С. 56]. Обе системы

могут быть использованы при раскрытии общих законов красоты, поскольку, согласно утверждениям многих авторов, законы пространственной гармонии родственны законам гармонии цветовой, музыкальной и т. д.

Нами отмечается также сходство алгебраических особенностей ряда чисел Фибоначчи с математическими особенностями конформных симметрий, которое может оказаться полезным при расшифровке некоторых загадок филлотаксиса. Соседние члены ряда Фибоначчи связаны между собой соотношением

$$F_n \cdot F_{n+2} = F_{n+1}^2 + (-1)^n, \quad (6)$$

которое за исключением дополнительного слагаемого  $(-1)$  аналогично конформногенетическому условию инверсии относительно окружности  $OP \times OP' = R^2$ , если интерпретировать  $F_n$ ,  $F_{n+2}$ ,  $F_{n+1}$  соответственно как  $OP$ ,  $OP'$ ,  $R$ . Другими словами, ряд Фибоначчи предстает как ряд нарушенной (из-за дополнительного слагаемого  $(-1)^n$  конформной симметрии. В связи с этим нами предложено обобщение ряда Фибоначчи в виде «рядов нарушенной конформной симметрии» с произвольным дефектом  $\Delta$ :

$$F_n \cdot F_{n+2} = F_{n+1}^2 + (-1)^n \cdot \Delta. \quad (7)$$

Дополнительно остановимся на связанных с явлениями филлотаксиса многоступчатых спиралях (или мультиспиралях), которые широко представлены в биотелах (например, в костной ткани, мышцах артерий и пр.). Эти мультиспирали представляют собой совокупность двух или большего числа спиралей, вложенных или соседствующих друг с другом и построенных, например, по такому правилу: нитевидный объект первой ступени спирально навивается на нитевидный объект второй ступени, который после этого спирально навивается на нитевидный объект третьей ступени и т. д. С геометрической точки зрения моделирование филлотаксисных винтовых траекторий у побегов растений, раковин некоторых моллюсков и пр. на основе положения об их мультиспиральном характере просто объясняет возникновение по ходу непрерывной винтовой траектории закономерных дискретностей, на месте которых образуются листозакладки, раковинные швы и др. Действительно, уже при трехступенчатой спиральной конструкции участки спирали первой ступени периодически оказываются по ходу спирали то снаружи, то внутри конструкции, реализуя при некоторых условиях филлотаксисные последовательности.

Мультиспирали, видимо, имеют особо выигрышные биомеханические свойства в тех частых случаях, когда их деформация

связана с появлением электрического поля (например, из-за пьезоэлектрического эффекта в костной ткани). При этом электрические взаимодействия между отдельными спиралями, составляющими мультиспираль, могут играть роль важного регулятора общей формы мультиспирали (эти вопросы разрабатываются нами совместно с Ю. А. Сверчковым).

Материалы, изложенные в данной главе, многообразно связаны с ОТС Ю. А. Урманцева и могут служить иллюстрациями ее положений. Так, в указанной ОТС утверждается, что рассмотрение определенной симметрии (гармонии) в природе представляет собой лишь этап на пути к изучению соответствующей асимметрии (дисгармонии), а затем более широкого вида симметрии (гармонии). Использование учений о евклидовых биосимметриях позволило установить класс объектов, которые с точки зрения евклидовой геометрии являются асимметричными. Эти же объекты симметричны с точки зрения теории конформной симметрии. Аналогичная «лестница переходов» отмечается нами также при обобщении эстетики пропорций, построенной на золотом сечении, эстетикой пропорций, построенной на основании золотого вурфа. Нельзя не отметить системный характер сформулированного в настоящей главе принципа многоступенчатости конформных блоков, поскольку с точки зрения ОТС Ю. А. Урманцева конформносимметричные блоки первой ступени можно рассматривать как «первичные» элементы, связанные отношением единства по законам конформной геометрии в конформносимметричные блоки второй ступени, и т. д. Широкое поле приложений ОТС Ю. А. Урманцева представляют также сложнорастущие живые тела как колонии объемноробовых доменов.

Таковы некоторые результаты изучения высших симметрий биологических объектов.

## *Глава 12*

### ***О СОВЕРШЕНСТВЕ КОМПОЗИЦИЙ СИСТЕМ НАУЧНЫХ И ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ОБОБЩЕНИЙ***

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к изучению общесистемных и региональных закономерностей, не зависящих от конкретных свойств и физической природы объектов. Именно эти закономерности исследуют авторы различных вариантов общей теории систем (Л. Берталанфи [5], М. Месарович [11], А. И. Уемов [12], Ю. А. Урманцев [13, 14]). Настоящая

глава посвящена выводу некой фундаментальной (с нашей точки зрения) системы чисел, сопоставлению ее с материальными и идеальными системами и определению посредством такого сопоставления степени совершенства последних, интерпретации найденной системы чисел с точки зрения ОТС Ю. А. Урманцева (подробнее о нашей концепции см. работы, приведенные в списке литературы).

Вывод фундаментальной системы чисел был вызван необходимостью выражения тех общих черт материального и идеального мира, которые фиксируются в форме закона (например, закона Ньютона, закона электромагнитной индукции, законов условнорефлекторной деятельности, законов стихосложения и т. п.).

В любом законе находит отражение прежде всего необходимое, существенное, повторяющееся, дискретное в различных вещах, явлениях, процессах, свойствах и отношениях реального мира. Из указанных черт для нас особенно важны повторяемость и дискретность. И наша цель состояла в том, чтобы построить абстрактную числовую модель последних. На наш взгляд, таковой является модель деления, к рассмотрению которой мы и приступаем.

## *1. Модель деления*

Возьмем произвольный отрезок, придадим его концам значения 0 и 1 и назовем этот отрезок единичным (0, 1). Разделим отрезок (0, 1) на числа натуральной последовательности. Сразу заметим: в силу того что деление отрезка симметрично относительно точки с координатой  $\frac{1}{2}$ , мы рассмотрим результат деления только отрезка с координатами  $\frac{1}{2}$  и 1 (полуотрезка). Практически для выявления основной закономерности деления достаточно ограничить деление отрезка на первые 100 чисел. Очевидно, что при делении отрезка на числа 2, 3, 4, ..., 100 результаты деления предстанут в виде точек полуотрезка с координатами  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{2}{4}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{4}{5}$ ,  $\frac{3}{6}$ ,  $\frac{4}{6}$ ,  $\frac{5}{6}$  и т. д. Нетрудно понять, что точки с координатами  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{4}$ ,  $\frac{3}{6}$  или  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{4}{6}$  совпадают. Это позволяет говорить о многократных и малократных точках деления. Так, в данном приближении (при делении отрезка на числа 2, 3, ..., 100) точка с координатой  $\frac{1}{2}$  будет 50-кратной, а точка с координатой  $\frac{2}{3}$  — 33-кратной и т. д. В табл. 1 приведены кратности точек деления (кружочками, крестиками, точками).

Из таблицы видно, что число равнократных точек не растет непрерывно, а ритмически изменяется — то увеличивается, то

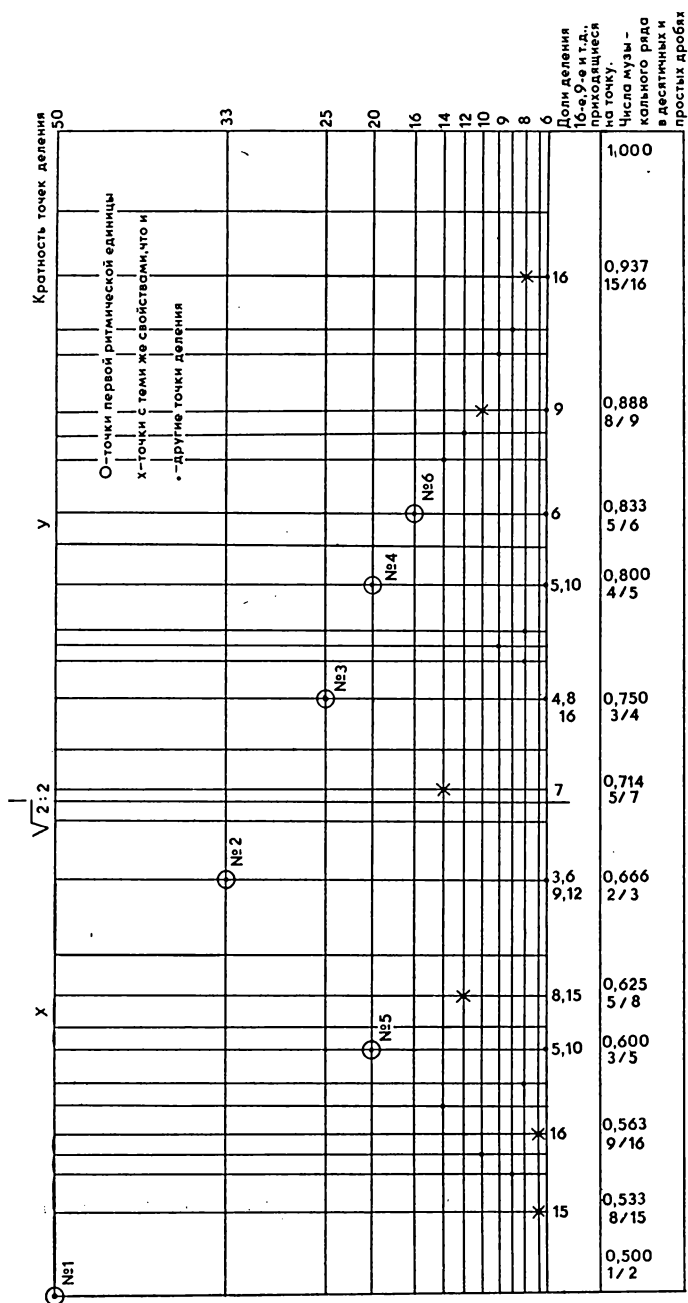


Таблица 1. Модель деления  
Результат деления единичного отрезка (0,1) на числа натуральной последовательности «п» до «п»-100, наблюдаемой на  
полуотрезке (1:2,1)



уменьшается. В самом деле, две точки с кратностью 20 сменяются одной точкой с кратностью 16, три точки с кратностью 15 сменяются двумя точками с кратностью 12 и т. д. Рассматривая совокупность точек первой такой ритмической единицы — № 1, 2, 3, 4, 5, 6, можно заметить следующее:

1. Относительно числа  $0,707$ , или  $\sqrt{2}/2$ , каждой точке  $X$  (см. наверху табл. 1) на отрезке  $(0, 707, 1)$  соответствует точка  $Y$  на отрезке  $(1/2, 0, 707)$ , так что  $X \times Y = 1/2$ . Например,  $0,666 \times 0,750 = 0,500 = 0,707^2$ ,  $1 \times 1/2 = 1/2$ ,  $0,833 \times 0,600 = 0,500$ .

2. Дроби  $1/2, 2/3, 3/4, 3/5, 4/5, 5/6$  — абсциссы точек № 1, 2, 3, 4, 5, 6 — состоят из сомножителей 1, 2, 3, 5.

Таблица 2. Натуральный музыкальный звукоряд

	До	До-диез	Ре	Ми- бемоль	Ми	Фа	Фа-диез
Название интервала	Прима	М. секунда	Б. секунда	М. терция	Б. терция	Кварты	Тритон
Значение интервала в простых дробях	1	15/16	8/9	5/6	4/5	3/4	5/7
Значение интервала в десятичных дробях	1,000	0,9375	0,888	0,833	0,800	0,750	0,714

Продолжение табл. 2

	Соль	Ля- бемоль	Ля	Си- бемоль	Си	До
Название интервала	Квинта	М. секста	Б. секста	М. септима	Б. септима	Октава
Значение интервала в простых дробях	2/3	5/8	3/5	9/16	8/15	1/2
Значение интервала в десятичных дробях	0,666	0,625	0,600	0,563	0,533	0,500

3. Минимальное расстояние между смежными точками, например № 5 и ближайшим крестиком,  $\geq 0,025$ .

Возникает вопрос: существуют ли на всем отрезке  $(\frac{1}{2}, 1)$  еще точки, обладающие названными свойствами? Мы нашли, что таковыми являются и точки с координатами 0,533; 0,563; 0,888; 0,937 и 0,714 (на табл. 1 они обозначены крестиками). В итоге мы получили последовательность чисел (координат): 0,500; 0,533; 0,563; 0,600; 0,625; 0,666; 0,714; 0,750; 0,800; 0,833; 0,888; 0,937; 1,000, которую обозначим буквой «А». Данный ряд чисел выражает закономерность деления отрезка  $(0, 1)$ , описанную пунктами № 1, 2, 3. Нетрудно также заметить, что данные числа являются числами музыкального ряда октавы (табл. 2) и, таким образом, закономерностью модели деления оказывается музыкальный ряд.

## 2. Последовательности $N_k$ и $N_{хо}$

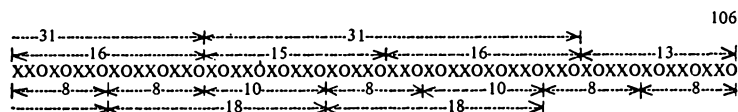
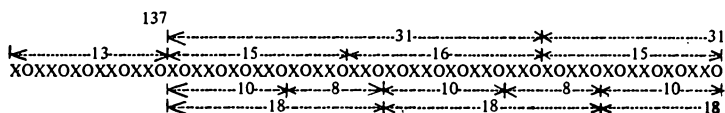
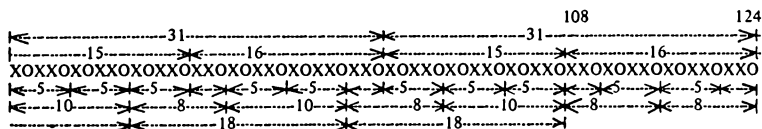
Покажем, что тот же музыкальный ряд может быть получен посредством обобщения натуральной последовательности чисел при любом конечном числе  $K$ . Обозначим такую последовательность значком  $N_k$ .

Рассмотрим числа  $N_k$  и действия над ними с позиций выявления в них повтора и изменения. Для этого отдельно проанализируем действия над числами  $N_k$  и сами эти числа. Из всех арифметических действий только возведение в целочисленную степень сохраняет исходное число (как сомножитель) неизменным, остальные действия могут как сохранить его, так и изменить, причем степень изменения увеличивается от умножения (деления) к сложению (вычитанию) и извлечению корня.

Обращаясь к ряду чисел, подчеркнем, что среди всех чисел число 2 входит сомножителем в половину его чисел и является самым распространенным (закономерным) сомножителем. Среди остальных простых сомножителей самый распространенный сомножитель — число 3. Следовательно, числа 2 и 3 — это наипростейшие числовые модели (аналоги) повторяемости и изменения.

Рассмотрим последовательность  $N_{хо}$ , составленную из степеней чисел 2 и 3. Обозначим степени чисел 2 и 3 значками X и O и выясним порядок их расположения в последовательности  $N_k$ . Способ такого рассмотрения конкретно покажем на примере  $N_{k=10}=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ . Очевидно, что  $2^1, 2^2, 2^3$  ( $2^4$  и более не анализируем, поскольку они выходят за пределы  $N_{k=10}$ ) и  $3^1, 3^2$  образуют последова-

Diagram illustrating a 31x18 grid with a 5x5 hole and a 1x1 hole. The grid is labeled with numbers 1-18 horizontally and 1-31 vertically. The 5x5 hole is in the top-left corner, and the 1x1 hole is at the bottom-right. The grid is filled with 'X' marks.



137-137-137-137-137-137-106-137-137-137-137-137-137-106-  
137-137-137-137-137-137-106-137-137-137-137-137-137-106-  
137-137-137-137-137- -106-137-137-137-137-137-137-106-  
137-137-137-137-137-137-106-137-137-137-137-137-137-106-  
137-137-137-137-137- -106-137-137-137-137-137-137-106-

$$X=2^n, \quad O=3^n$$

**Таблица 3. Структура последовательности  $N_{\chi_0}(2^n, 3^n)^*$**

тельность вида  $\begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 \\ & X & O & X & & & & X & O & \end{matrix}$ , или, опустив первый ряд, получим последовательность  $N_{XO}$  вида  $XOXXO$ , причем  $N_{XO}$  содержится в  $N_k$ , т. е.  $N_{XO} \subset N_k$ . В табл. 3 приведена последовательность  $X$  и  $O$  в порядке их выявления в  $N_k$ .

Элементы «порядка»  $XO$  и  $XXO$ , чередование которых дает последовательность  $N_{XO}$ , объединяясь, образуют более сложные порядковые структуры из 5, 8, 10, 13, 15, 16, 18 чисел, которые, как блоки повторения (подобно ячейкам в кристалле), составляют порядковые же структуры из 31, 106, 108, 124, 137 чисел, из которых, подобно русским матрешкам, «строятся» еще более сложные структуры повторения (см. табл. 3). Вычисления, выполненные до  $2^{5522}$  и  $3^{484}$ , показали, что порядок чередования  $2^n$ ,  $3^n$  (т. е.  $X$  и  $O$ ) определяется многократным повторением структур из 137 и 106 чисел (см. табл. 3, пункт «б»). Еще более закономерной из перечисленных структурой, определяющей структуру последовательности  $N_{XO}$ , является структура из 137 чисел, включающая в себя симметричную структуру из 108 чисел, а также более мелкие порядковые структуры из 8, 8 и 13 чисел ( $108 + 8 + 8 + 13 = 137$ ).

Симметричная структура из 108 чисел складывается из чередования порядковых структур из 8 и 10 чисел. Порядковые структуры из 5, 8, 10, 15, 16 чисел повторяются целое число раз в более крупных структурах из 108 и 137 чисел, а структуры из 18 и 31 числа — только в одной из них (18 в структуре из 108, а 31 в структуре из 124 чисел), поэтому первые отражают более устойчивые отношения, чем вторые. В структурах из 5, 18, 10, 15, 16 чисел отметим количество повторяющихся в них элементов  $X$ , равных соответственно 3, 5, 6, 9, 10. Если мы поделим между собой все эти числа так, чтобы отношения были меньше единицы, то получим 36 отношений, из которых 22 оригинальны (в табл. 4 они подчеркнуты).

Выписав оригинальные отношения в порядке уменьшения их величин и подписав под ними их октавные аналогии (отличающиеся от соответствующих отношений на множитель 2), получим табл. 5, в которой первая строка состоит из чисел музыкального ряда октавы (табл. 2) с двумя дополнительными числами — 0,900 и 0,555.

Среди порядковых структур из 13, 18 и 31 числа наиболее закономерными являются структуры из 18 и 31 числа, как повторяющиеся целое число раз в структурах 108 и 124. Структура из 31 числа состоит из подструктур «5, 5, 5, 3, 5, 5, 3». Отношение наиболее часто встречающегося числа 5 к общему количеству подструктур составляет  $5/7 = 0,714$ .

**Таблица 4.** Отношения величин закономерных  
порядковых структур в последовательности  
N<sub>хо</sub> (2<sup>n</sup>, 3<sup>n</sup>)

Последо- ватель- ности	Отношения				
16	$15/16=0,9375$ $6/16=\underline{0,375}$	$10/16=0,625$ $5/16=\underline{0,3125}$	$9/16=0,5625$ $3/16=\underline{0,1875}$	$8/16=0,500$ $2/16=\underline{0,125}$	
15	$10/15=\underline{0,666}$ $5/15=\underline{0,333}$	$9/15=\underline{0,600}$ $3/15=\underline{0,200}$	$8/15=0,533$ $2/15=\underline{0,133}$	$6/15=\underline{0,400}$	
10	$9/10=0,900$ $3/10=\underline{0,300}$	$8/10=0,800$ $2/10=\underline{0,200}$	$6/10=\underline{0,600}$	$5/10=\underline{0,500}$	
9	$8/9=0,888$ $2/9=\underline{0,222}$	$6/9=\underline{0,666}$	$5/9=\underline{0,555}$	$3/9=\underline{0,333}$	
8	$6/8=\underline{0,750}$	$5/8=\underline{0,625}$	$3/8=0,375$	$2/8=0,125$	
6	$5/6=0,833$	$3/6=0,500$	$2/6=0,333$		
5	$3/5=0,600$	$2/5=0,400$			
3	$2/3=0,666$				

**Таблица 5.** Числа музыкального ряда (строка 1)  
и их октавные аналоги (строки 2, 3, 4, 5)

1	0,937	0,900	0,888	0,833	0,800	0,750	0,666	0,625	0,600	0,563	0,555	0,533	0,500
2			0,222		0,400		0,333		0,300				
3						0,375		0,313				0,133	
4							0,188						
5								0,200					

В подтверждение вывода отметим, что ни изменение в чередовании структур из 137 и 106 чисел (если такое допустить), ни изменение самих этих структур не отразится на величинах отношений, пока не изменятся составляющие их подструктуры из 8, 10, 15, 16 чисел, а это невозможно, поскольку они комбинируются из элементов ХО и ХХО, которые константны по причине постоянства отношения  $\frac{2}{3}$ . Следовательно, закономерностью последовательности  $N_{x_0}$  является числовой ряд: 0,500 0,533 0,555 0,563 0,600 0,625 0,666 0,714 0,750 0,800 0,833 0,888 0,900 0,937 1,000. Этот ряд состоит из 13 чисел, тождественных числам музыкального ряда октавы, и двух дополнительных — 0,555 и 0,900. Обозначим этот ряд буквой «Б».

Так как ряды «А» и «Б» отличаются друг от друга на два числа, необходимо выяснить смысл этого отличия, для чего попытаемся вывести формулу ряда.

### 3. Вывод формулы ряда

Пусть даны числа музыкального ряда:  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{4}{5}$ ,  $\frac{5}{6}$ ,  $\frac{5}{7}$ ,  $\frac{5}{8}$ ,  $\frac{8}{9}$ ,  $\frac{8}{15}$ ,  $\frac{9}{16}$ ,  $\frac{15}{16}$ . Выделим из них три группы отношений (в порядке возрастания): а)  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{5}{7}$ , составленные из простых чисел; б)  $\frac{8}{15}$ ,  $\frac{5}{6}$ ,  $\frac{15}{16}$ , в которых встречаются составные числа; в)  $\frac{9}{16}$ ,  $\frac{5}{8}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{4}{5}$ ,  $\frac{8}{9}$ , включающие простые числа и их степени. Если перенести число  $\frac{8}{9}$  из третьей группы во вторую, между числами  $\frac{5}{6}$  и  $\frac{15}{16}$ , то можно образовать следующую упорядоченную матрицу, каждая из строк которой состоит из увеличивающихся в одном направлении отношений:

$$\begin{array}{cccc} \frac{9}{16} & \frac{5}{8} & \frac{3}{4} & \frac{4}{5} \\ \frac{8}{15} & \frac{5}{6} & \frac{8}{9} & \frac{15}{16} \\ \frac{1}{2} & \frac{3}{5} & \frac{2}{3} & \frac{5}{7} \end{array}$$

Поставим в соответствие матрице систему линейных уравнений:  $D_x - D_1 = 0$ ;  $D_y - D_2 = 0$ ;  $D_z - D_3 = 0$ , где  $D$ ,  $D_0$ ,  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  — детерминанты матрицы. Назовем содержательным такое решение, все корни которого положительны и меньше единицы. Из всех возможных решений существует одно, которое удовлетворяет этим требованиям. Его корни: 0,129; 0,071; 0,910. Эти числа, полученные в результате решения уравнений, являются обобщением чисел, составляющих матрицу, т. е. обобщением музыкального ряда. Из всех корней по ряду причин для нас наиболее важен корень 0,910.

Новые числа из этого корня можно получить, сохраняя его качество, только одним способом — возведением его в степень.

При этом показатель степени должен быть выбран таким образом, чтобы он сохранял в себе тождество противоположностей (повтор и изменение), которые заложены как в числах рядов «А» и «Б», так и в их обобщении — 0,910.

Как уже отмечалось, максимально противоположными по «воздействию» на исходное число операциями являются возведение в целочисленную степень и извлечение корня, а максимально противоположными по качеству числами являются числа 2 и 3, следовательно, степень должна совмещать в себе элементы повтора и изменения, т. е. быть дробной и содержать числа 2 и 3. Очевидно, что в этом случае числитель должен пробегать все значения чисел последовательности  $N_k$ , поскольку нет оснований к выбраковке каких-либо чисел, а знаменатель должен содержать число 3, дополненное сомножителем в виде степеней 2 в качестве закономерного элемента. Степень должна быть записана в виде  $N_k/M$ , где  $N_k = 1, 2, 3, \dots, k$ , а  $M = 3 \times 2^n$ . Полная формула, описывающая искомый закон, будет иметь вид:

$$\Phi = 0,910^{N_k/3 \times 2^n}.$$

При использовании формулы мы ограничиваемся лишь двумя случаями: 1)  $n=0$ ,  $M=3$ , а  $N_k = 1, 2, 3, \dots, k$ ; 2)  $N_k = 1$ , а  $n = 1, 2, 3, \dots, k$ .

Здесь и в дальнейшем данную формулу мы рассматриваем в качестве математического закона совершенства формы (структуры). Идеальным выражением закона — эталона совершенства — будет совокупность чисел, находящая посредством приведенного уравнения. С точки зрения ОТС Ю. А. Урманцева приведенная формула является законом композиции систем «А», «Б», «С» (о ряде «С» см. ниже).

Числовой ряд, определяемый формулой, делится числом  $0,910^{1/3} = 0,969^*$  на правую и левую части:  $\dots 0,910^{7/3}$   $0,910^2$   $0,910^{5/3}$   $0,910^{4/3}$   $0,910$   $0,910^{2/3}$  — левая часть;  $0,910^{1/3}$   $0,910^{1/3 \times 2}$   $0,910^{1/3 \times 4}$   $0,910^{1/3 \times 8} \dots$  — правая часть. Интервалы между числами левой части не равны, а сами числа приближенно равны как числам музыкального ряда октавы (они подчеркнуты), так и «серединам» между ними, контрастным по отношению к первым. Интервалы между числами правой части отличаются друг от друга на октаву (в 2 раза), т. е. качественно равны, и, следовательно, повторяются (аналогично тому, как повторяется

\* Согласно концепции композитора М. А. Марутаева, число 0,969 — мера нарушенной симметрии. Числа музыкального ряда — числа качественной симметрии [9]. Саму качественную симметрию чисел в первом приближении можно рассматривать как реализацию требований закона системной симметрии ОТС Ю. А. Урманцева.

число 2 в степенях  $2^4$ ,  $2^7$ ,  $2^{256}$  и т. д.), а повторение в известном смысле ограничивает развитие.

Рассматривая расположение чисел музыкального ряда на отрезке  $(1/2, 1)$  (табл. 1), отметим, что числа левой части ряда располагаются в основной части отрезка и, обладая геометрической симметрией, характеризуют его структуру, в то время как числа правой части ряда располагаются на части отрезка  $(1^5/16, 1)$ , т. е. краевой его части, и описывают строение пограничной области  $(1^5/16, 1)$  отрезка  $(1/2, 1)$ .

В результате использования формулы имеем ряд с дополнительными числами (после 0,937): 0,500 0,533 0,563 0,600 0,625 0,666 0,714 0,750 0,800 0,833 0,888 0,937 0,969 0,985 0,992 0,996... Обозначим этот ряд буквой «С». Ряд «С» позволяет заключить, что дополнительные по отношению к ряду «А» члены в ряде «Б» являются не посторонними числами, а обобщающими этот же ряд. Число 0,900 приближенно равно корню системы линейных уравнений с коэффициентами при неизвестных, равными детерминантам матрицы, составленной из чисел музыкального ряда, и потому суть вполне закономерный член ряда «Б», как и число 0,555: оно симметрично числу 0,900, согласно условию, указанному выше, т. е.  $0,555 \times 0,900 = 0,500$ . Следовательно, мы можем утверждать, что ряды «А» и «Б» равны в том смысле, что могут быть преобразованы друг в друга, ряд же «С» отличается от этих рядов дополнительными числами правой краевой зоны (а также 11 числами, соответствующими «серединам» между числами музыкального ряда).

Итак, мы получили три числовых ряда «А», «Б», «С». Обращаем внимание на их чрезвычайную абстрактность. Именно в силу этого они могут быть сопоставлены по общим чертам со всеми системами той или иной степени общности. Возможность сопоставления последовательностей «А», «Б», «С» с любыми другими системами следует также из законов соответствия и симметрии ОТС Ю. А. Урманцева [9, 10]. Согласно этим законам, между любыми произвольно взятыми системами  $S_1$  и  $S_2$  (материальными и идеальными) должны существовать отношения системного изоморфизма (эквивалентности) и симметрии одного из трех, и только трех, видов. Такого случая, чтобы между этими системами не было никакого соответствия и никакой симметрии, с позиций Ю. А. Урманцева, не должно быть.

Исходя из рядов «А», «Б», «С», будем считать совершенными такие сопоставляемые с ними системы, численные характеристики которых в точности выражаются обобщающими эти ряды числами формулы  $\Phi = 0,910^{N \cdot /3 \times 2^n}$  и, конечно, прежде всего числами натурального музыкального звукоряда.



Системы, численная характеристика которых в той или иной мере отличается от «совершенных» чисел, будем считать частично совершенными. Степень этого частичного совершенства можно выразить средним процентом. Для нахождения его необходимо поступать следующим образом: 1) из всех фундаментальных для данной системы чисел составить попарные отношения так, чтобы меньшее число было разделено на большее и выражено в виде десятичной дроби; 2) сопоставить каждую десятичную дробь с ближайшим к ней «совершенным» числом и степень близости их друг другу выразить в процентах; 3) просуммировать «п» найденных процентов и разделить эту сумму на число «п», что и даст средний процент сходства исследуемой системы со стопроцентной системой.

Мы исследовали на совершенство целый ряд систем: периодическую систему элементов Д. И. Менделеева, систему элементарных частиц (по Юкаве), масштаб масс во Вселенной, геохроноорогеническую таблицу, филогенетическую таблицу, систему внутренних геологических оболочек Земли, структуру полидезоксирибонуклеотидов, энергетические уровни водорода и гелия, солнечный спектр (по Ньютону), групповые насечки на художественных изделиях эпохи палеолита, древнерусский всемер, основные вехи истории искусства, фазы этногенеза, композиции многочисленных шедевров искусств.

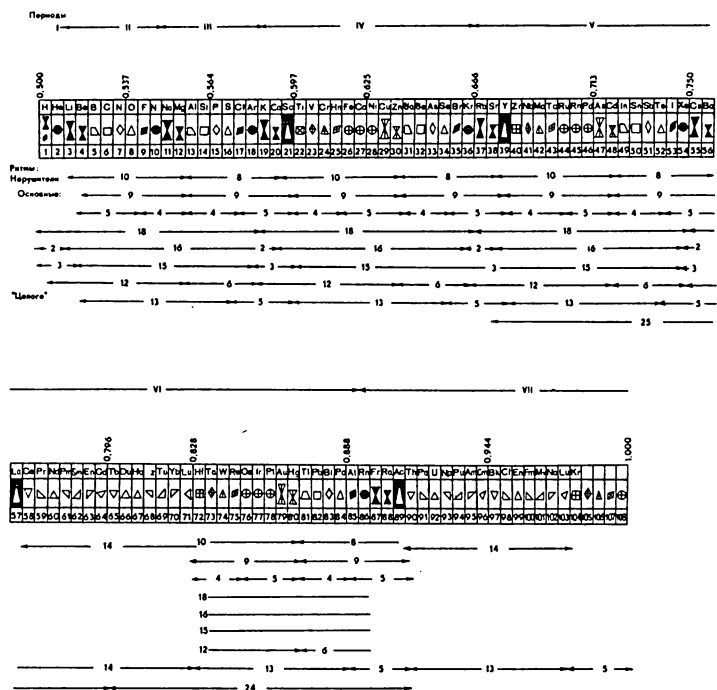
Кратко изложим результаты наших исследований на совершенство формы только таблицы периодической системы элементов Д. И. Менделеева и фасада центрального ризалита дома Пашкова в Москве.

#### *4. Система химических элементов Д. И. Менделеева*

Сопоставление эталона совершенства с системой элементов Д. И. Менделеева позволяет: оценить степень совершенства системы; получить информацию о возможном номере ее последнего элемента; показать аналогию между элементами структуры системы элементов и последовательности  $N_{\text{хо}}$ .

*Оценим степень совершенства системы элементов.* Для этого: 1) расположим элементы в одну линию; 2) отметим элементы одной подгруппы одинаковыми значками и назовем их элементами «порядка». Рассмотрим последовательности подгрупповых свойств в начале табл. 6 с точки зрения активности элементов и на этом основании выделим первую последовательность из четырех элементов: Н — активный, Не — неактивный,

Li — активный, Be — неактивный. Далее чередование меняется: B — неактивный, C — активный, N — неактивный, O — активный и т. д. Выпишем оба вида четверок по всей таблице № 1—4, 5—8, 9—12, 13—16, 17—20, 31—34, 35—38, 49—52, 53—56, 81—84, 85—88.



**Таблица 6.** Периодическая система элементов Д. И. Менделеева. Ритмическая структура

А теперь выделим структуры, содержащие по девяти элементов — «девятки», которые образуются в результате формального равенства чисел элементов, составляющих последовательности № 31—39 и № 40—48 (подгруппа скандия выделяется из d-элементов, как включающая лантаниды и актиниды), а также последовательности № 22—30 и № 31—39, 13—21, 4—12, 49—57, 72—80, 81—89. Существенное сходство между элементами каждой «девятки» дает основание для отвлечения от качества составляющих последовательности подгрупповых свойств, что позволяет усмотреть дальнейшую аналогию между структурами («четверками», «девятками») только в равенстве количеств составляющих их аналогов и назвать эти «четверки» и «девятки»

ритмами. Можно выделить и другие прослеживающиеся по всей таблице ритмы. Два вида «четверок», группа скандия, d-элементы и лантаниды образуют пять основных (качественных) последовательностей (ритмов).

Таким образом, стирание в табл. 6 индивидуальных обозначений элементов и сохранение за ними подгрупповых свойств оставляют неизменным общее количество элементов, но сокращают число их свойств до 24 обобщенных качеств или подгрупповых свойств, состоящих из 18 подгрупп основной таблицы и 7 лантанидов. Обобщение свойств неизбежно приводит к повторяемости, создающей на протяжении системы элементов различные порядковые (аналоговые) структуры, чередование которых в свою очередь создает определенный порядок (ритм) их расположения на прямой.

Совместное рассмотрение (группировка) количественных и качественных особенностей выделенных выше пяти основных порядковых структур позволяет установить 14 вторичных структур, состоящих из 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 24 равных ритмических единиц. Эти единицы в отличие от элементов, обладающих индивидуальными свойствами, а также аналогов, обладающих подгрупповыми (обобщенными) свойствами, являются ритмическими (порядковыми) единицами, а состоящие из них последовательности — ритмами или порядковыми структурами.

Оказалось возможным 7 раз сгруппировать ритмы независимыми друг от друга способами так, что каждый раз порядок их повторения (чередования) был неизменным на протяжении всего ряда элементов. Ритмы по функции, выполняемой ими в табл. 6, качественно различаются на основные (задающие порядок), нарушающие (заданный порядок) и обобщающий ритм [подробный анализ системы элементов см.: 6] \*.

«Основные» порядковые структуры из 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 15, 16, 18 ритмических единиц охватывают все возможные, в том числе «нюансные», подразделения табл. 6. «Нарушающие» структуры — «10» и «14» — изменяют чередование порядковых структур: например, № 21—30 нарушает чередование «четверок» № 1—4, 5—8, 9—12, 13—16, 17—20, а структура «14» — повторение структур «8» и «10», например за № 13—20 следуют № 21—30 и снова за № 31—38 следуют № 39—48, а за № 49—56 следуют уже № 57—71. «Обобщающий» ритм 13—5 суммирует фундаментальные порядковые структуры «9» и «4», напри-

\* Разбивка таблицы элементов на ритмические единицы и установление соответствия отношений этих единиц числам музыкального ряда выполнены нами совместно с М. А. Марутаевым в 1963 г. [3].

мер № 22—34, № 40—52, № 72—84, а также «четверки» № 5—8, 9—12, 13—16, и меньше других отличается от нарушающей порядковой структуры «14», чем создает на протяжении всей таблицы более правильное чередование порядковых структур по сравнению с аналогичными чередованиями, создаваемыми другими структурами порядка, например структурами «15», «16», «18».

Все возможные отношения между числами элементов порядка, составляющих ритмические структуры, взятые внутри каждой выделенной группы так, чтобы отношения были меньше единицы, в первом случае точно составляют музыкальный ряд без тритона, во втором случае — тритон  $^5/7=0,714$  и в третьем случае — золотое сечение, или  $^5/13=0,384 \approx 0,618^2$ . Это означает, что структура периодической системы совершенна на 100 %.

*Номер последнего элемента таблицы.* Известно, что развертывание системы элементов от ее начала к концу заключается в последовательном повторении величин ее периодов — второго и третьего, а также четвертого и пятого. К концу таблицы повтор заменяется незаконченным седьмым периодом. Главенствующая роль повтора в наших рассуждениях позволяет рассматривать 5-й период как последний «устойчивый», после которого развитие системы идет на убыль. Устойчивость этого периода служит основанием для аналогии между ним и числами 0,750 и 0,666, также наиболее закономерными (см. табл. 1).

Данное обстоятельство позволяет приписать значения указанных чисел концам пятого периода и рассчитать положение октавы, исходя из такого сопоставления, для чего сопоставим абстрактный отрезок  $0,083 = 0,750 - 0,666$  с 18 элементами пятого периода и по пропорции  $\frac{0,083-18}{0,500-X}$  определим количество элементов в системе:  $\frac{18 \times 0,500}{0,083} = 108$ . Следовательно, согласно приведенной методике рассуждений и анализа, система должна состоять из 108 элементов.

*Сравнение системы химических элементов и последовательности  $N_{x_0}$*  показывает, что обе они складываются из аналогичных единиц, а именно из: а) порядковых структур «8», «10», «18», которые в системе объединяют элементы S, P, d, а в последовательности  $N_{x_0}$  составляют структуру из 108 чисел; б) из порядковой структуры «13», являющейся чертой раздела в  $N_{x_0}$  и составной частью ритма 13—5 (объединяющего основные порядковые структуры из 4 и 9 элементов порядка) в системе элементов; в) из порядковой структуры «31», объединяющей основные и более мелкие порядковые структуры из 15 и 16 чисел в  $N_{x_0}$  и приблизительно соответствующей количеству подгрупп

(32 подгруппы) в системе элементов. Особо следует отметить, что, во-первых, количество элементов в системе элементов и величина симметричной структуры в  $N_{x_0}$  выражаются одним и тем же числом — 108 и, во-вторых, оба объекта ( $N_{x_0}$  и система элементов) состоят из семи периодов, из которых последний — измененный и незаконченный (табл. 3, пункт «б»). В случае  $N_{x_0}$  в качестве периода выступают последовательности «137—137—137—137—137—106».

Совершенство периодической системы элементов Д. И. Менделеева является убедительным свидетельством справедливости утверждений о существовании закономерности совершенства формы (структуры) и ее проявлении в фундаментальных классификационных системах природы типа системы химических элементов, системы элементарных частиц и т. п.

## 5. Фасад центрального ризалита дома Пашкова в Москве

При анализе архитектуры дома Пашкова определялась степень совершенства центрального ризалита здания (с флагштоком и без него). Высота ризалита приравнивалась полуотрезку ( $1/2, 1$ ), которому реально соответствует высота сооружения с флагштоком (42,5 м). Очевидно, единичному отрезку соответствовало бы здание высотой  $42,5 \times 2 = 85$  м. Найдем длины (в м), соответствующие точкам с координатами  $\Phi_i = 0,533 \ 0,563 \ 0,600 \ 0,625 \ 0,666 \ 0,714 \ 0,750 \ 0,800 \ 0,833 \ 0,888 \ 0,937 \ 1,000$ . Отметим, что координаты вычислены по отношению к единичному отрезку, а не полуотрезку. Составим пропорции вида  $\frac{1-85 \text{ м}}{\Phi_i} = X \text{ м}$ ,

откуда  $X = 85 \text{ м} \times \Phi_i$ . Например, для  $\Phi_i = 0,800$   $X = 85 \times 0,800 = 67,9$  м. По отношению к полуотрезку точке с координатой 0,800 будет соответствовать величина  $67,9 - 42,5 = 25,4$  м. Благодаря такому приему мы можем выразить числа музыкального ряда в количестве соответствующих им метров.

Таким образом, мы нашли в абсолютных величинах, т. е. в метрах, значения всех  $\Phi_i$ . В табл. 7 слева указаны числа музыкального ряда и соответствующие им идеальные (по  $\Phi_i$ ) и реальные (по обмерам архитектурных форм) числа. Например,  $\Phi_i = 0,800$  соответствует идеальная величина 25,4 м и реальная — 25,52 м. Процент сходимости находим следующим образом: а) приписываем отрезку с координатами (0,800 и 0,750) величиной  $25,4 - 21,3 = 4,1$  м значение 100 %; б) найдем на этом отрезке разницу в положении реальной архитектурной формы по

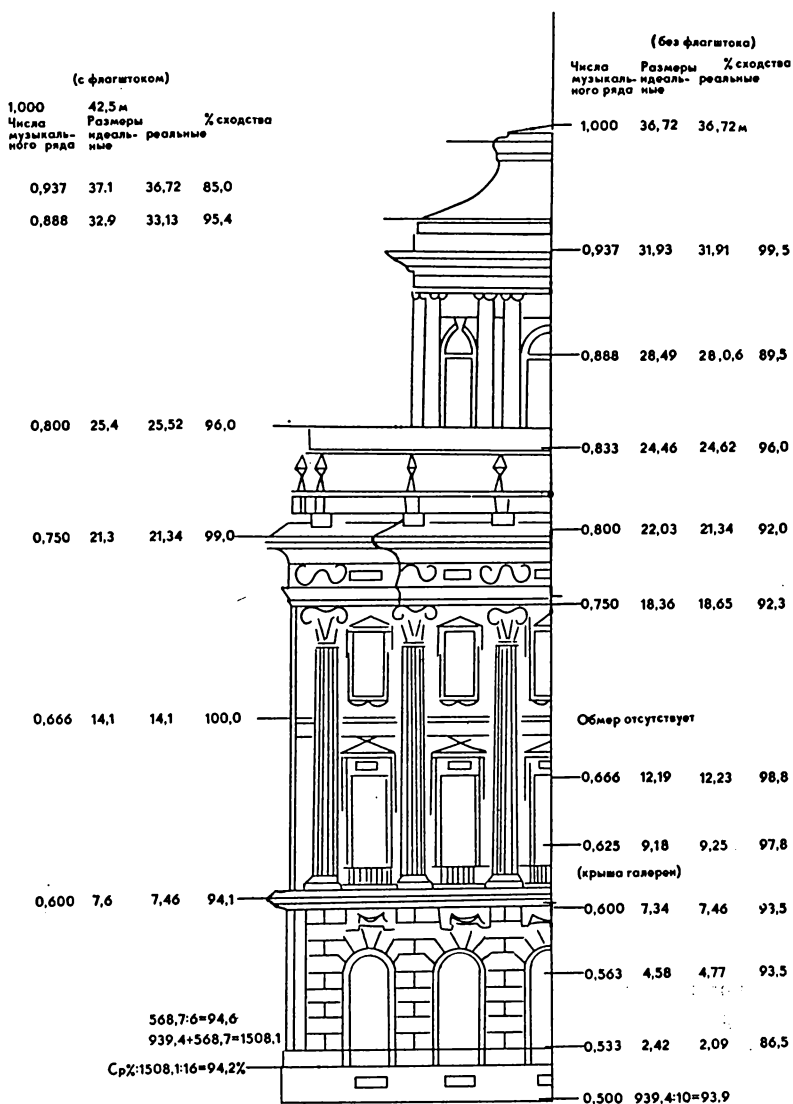


Таблица 7. Расчет совершенства композиции фасада центрального ризалита дома Пашкова в Москве

отношению к идеальному ближнему числу  $4,1 - 4,06 = 0,04$   $m = 21,34 - 21,3$ ; в) найдем процент сходимости как отношение отрезков  $4,06:4,1 = 99,0\%$ . В табл. 7 остальные числа найдены аналогичным образом. Средний процент сходимости для ризалита с флагштоком равен  $94,6\%$ . Справа в табл. 7 приведены аналогичные вычисления для ризалита без флагштока, а внизу — среднее между ними, равное  $94,2\%$ .

Здесь можно заметить, что аналогичный расчет был выполнен нами и для некоторых других памятников архитектуры (см. табл. 8).

Таблица 8. Совершенство композиции некоторых памятников архитектуры

Архитектурное сооружение	Архитектор	Местонахождение	% сходимости
Дом Пашкова	В. И. Баженов	Москва	94,2
Храм Покрова на рву	Постник, Барма	Москва	93,3
Дворец Разумовского	Ч. Камерон	Батурин (УССР)	91,2
Михайловский дворец	К. И. Росси	Ленинград	88,8
Храм Вознесения		Москва (Коломенское)	88,2
Успенский собор в Кремле	А. Фиораванте	Москва	87,0
Церковь Троицы		Троице-Лыково (Подмосковье)	85,0

Подобным образом нами проанализировано около 250 произведений русской классической и мировой литературы. Результаты анализа представлены в виде кривых, выражающих как сравнительную, так и абсолютную оценку совершенства формы (драматургии) произведений [подробнее об этом см.: 5, 6].

Итак, дедуктивный вывод идеального эталона структуры (композиции), приведший к определению совершенства структур и возможности их измерения по этому параметру, позволяет классифицировать системы на абсолютно совершенные, приближенно-совершенные и несовершенные.

Сравнение идеального эталона совершенства с реальными системами показало, что абсолютно совершенными системами являются: а) идеальная струна; б) натуральная последовательность чисел; в) система элементов Д. И. Менделеева; г) система элементарных частиц. К числу систем, обладающих приближенным совершенством, относятся геохроноорогеническая таблица, масштаб масс объектов природы и др.

Применение эталона совершенства к анализу формы (композиции, в частности драматургии) произведений искусств открывает еще одну возможность оценки достоинств художественных произведений, в общем разумно согласующейся с их оценкой, выработанной исторически. В этом мы убедились на примере анализа драматургии произведений художественной литературы.

Сведения о различной степени приближения композиций различных объектов к совершенству могут быть полезными в целенаправленных исследованиях свойств различных объектов и при получении дополнительных сведений о них \*.

\* К материалам параграфа 4 настоящей главы добавим, что в научной литературе появились сообщения о синтезе 109-го (в ФРГ) и 110-го (в СССР) химических элементов, и это ставит под сомнение наш вывод о 108-ом элементе как последнем в таблице Д. И. Менделеева. Однако сами физики признают указанные открытия окончательно не подтвержденными, хотя весьма вероятными.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для эффективного ускорения социально-экономического развития нашей страны необходимы смелая, революционная перестройка одного из главных звеньев этого ускорения — науки и техники; сосредоточение усилий на наиболее фундаментальных направлениях их развития. Именно фундаментальная наука «выступает в качестве генератора идей, открывает прорывы в новые области, дает выход на новый уровень эффективности. Фундаментальные исследования — дело слишком ответственное, чтобы мириться со слабостями, допускать медлительность и нерасторопность в их развертывании»<sup>1</sup>.

За счет чего в первую очередь должна кардинально перестраиваться наука, резко повышаться эффективность ее отдачи производству, жизни человеческого общества? Что может дать ОТС фундаментальной науке, технике, производству?

Как показывает история науки и техники, коренные сдвиги в их развитии в первую очередь вызывали следующие факторы.

*1. Открытие и внедрение новых фундаментальных общенаучных принципов* — прежде всего стохастико-детерминистического, структурно-функционального, историко-эволюционного. Такие принципы, охарактеризованные с целевой, объяснительной, ценностной и даже нравственной точек зрения, выступают в качестве *идеалов* научного объяснения и понимания.

Каждый раз внедрение в науку нового общенаучного принципа вызывало ее революционную перестройку. Например, открытие и внедрение детерминистического принципа в естественных и отчасти гуманитарных науках привело к экспериментальной науке, в логике и в математике — к дву- и многозначной логике, к теориям функций и вероятностей, а в итоге — к открытию всех известных теперь стохастико-детерминистических зависимостей, на знании которых построены как наука, так и современное производство.

В результате развития ОТС был сформулирован новый — *системный* — идеал научного объяснения и понимания. Как показано в данной книге, системный идеал, во-первых, органически содержит в качестве своих подыдеалов ранее сформулированные идеалы (например, детерминистический, историко-эволюционный); во-вторых, и это самое главное, требует от

исследователя в качестве «конечной» цели представить любой материальный или идеальный объект в виде объекта-системы в системе объектов одного и того же «рода».

Поэтому сегодня в виде высшей цели науки общая теория систем предлагает системный идеал. Конечно, очень трудно (даже психологически) сразу согласиться с таким крутым пересмотром системы ценностей науки и перестроить работу в соответствии с новым идеалом. Тем не менее те ученые, инженеры, архитекторы, художники, которые, следуя системному идеалу, смогут представить результаты своих разработок по образцу естественной системы химических элементов, открытой Д. И. Менделеевым, дадут науке, технике, искусству и производству неизмеримо больше, чем приверженцы прежних идеалов.

Сам системный идеал, естественно, также нуждается в дальнейшей конкретизации, что можно считать одной из главных задач ОТС.

*2. Разработка и внедрение в науку обще- и частнонаучных фундаментальных методов исследования* — алгоритмизированных средств реализации требований научного идеала. Создание и использование таких методов, в частности междисциплинарного «опытно-контрольного» одно- и многофакторного экспериментального метода, также способствовало решительным сдвигам в развитии науки, техники, искусства, и в конечном счете, производства.

Развитие ОТС привело к разработке еще одного общенаучного алгоритмизированного *С-метода*, который, как показано в настоящей книге, в силу синтетического характера предполагает использование других общенаучных методов. В этой связи перед учеными — специалистами по ОТС возникают две новые задачи — массовое внедрение данного метода в практику научно-инженерной и искусствоведческой работы и дальнейшее развитие самого метода, поскольку сегодня его алгоритмы достаточно удовлетворительно указывают, что надо делать, и пока не совсем удовлетворительно — как это делать (в отличие от логики-математических алгоритмов).

*3. Построение фундаментальных теорий* — региональных и междисциплинарных (типа теории эволюции Дарвина или целого комплекса кибернетических теорий). Раз возникнув, они вследствие их так называемого парадигмального характера становились базой для постановки вопросов и объяснений (по образцу самой такой теории), для проведения опытов и прогнозирования, для резкого продвижения в познании той или иной области природы, общества и мышления и для создания новых средств материального и духовного производства. Сло-

вом, действительно, нет ничего более практичного, чем хорошая теория!

Построение и развитие ОТС как теории возникновения, существования, преобразования и развития любых систем, т. е. как *всеобщей* теории, кажется делом в высшей степени безумным. Но! Но в «безумстве храбрых» видел мудрость жизни Максим Горький, за безумные идеи в физике ратовал Нильс Бор, о смелом поиске, соревновании идей и направлений в науке, плодотворных дискуссиях говорится в решениях XXVII съезда КПСС. ОТС в том виде, как она представлена в этой книге, является теорией со своими философскими предпосылками, основными понятиями, алгоритмами (С-методом), учениями (о наиболее фундаментальных сторонах всякого бытия), законами, категориями, идеалом.

Время доказало ее эффективность: сейчас ее приложениям в философии, науке, технике и искусстве посвящены сотни журнальных статей и десятки книг, кандидатских и докторских диссертаций. Данная книга предоставляет читателю новые свидетельства плодотворности приложений ОТС.

В содержательном плане это ознаменовалось открытиями, в частности геологической (И. П. Шарапов, В. Ю. Забродин), биологической, социальной изомерии и системной общности (Ю. А. Урманцев), принципа параллельной дивергенции (А. П. Хохряков), законов структур сердечного цикла млекопитающих (В. Д. Цветков); выдвижением новых гипотез, прежде всего атомно-молекулярной гипотезы канцерогенеза (Р. А. Стегайлов); развитием новых научных направлений, в том числе функциональной (А. П. Дубров) и экологической (А. В. Хохрин, А. В. Никулин) биосимметрии, метагеологии и зитологии (И. П. Шарапов), а также системного учения о разного рода тектонических разрывах — дизъюнктивах (В. Ю. Забродин) и т. д., и т. п. Постепенно становится очевидным, что время не только не грозит ОТС разрушением, но напротив, «работает» на ее дальнейшее развитие и укрепление, обещая новые, еще более широкие ее приложения в науке, искусстве, технике.

4. *Обеспечение подлинной гласности, оперативного обмена философской, научной, технической, искусствоведческой информацией* посредством печатных изданий, конференций, семинаров и т. д. В подтверждение огромной роли этого фактора духовного и материального производства в истории общества достаточно напомнить о том мощном ускорении развития науки, техники и искусства, которое стало возможным благодаря изобретению к 1450 г. Иоганном Гутенбергом и другими книгопечатания. К сожалению, в нашей стране даже готовые научные, философские и искусствоведческие труды выходят в свет

в среднем в 6—12 раз медленнее, чем в развитых капиталистических странах. Что касается работ по системной проблематике — по существу междисциплинарной, то в этом случае дело обстоит еще хуже: во-первых, они годами проходят экспертные оценки, многочисленные рецензирования, как «второстепенные» пылятся на полках редакций и ученых советов, перебрасываются из одного ведомства в другое; во-вторых, даже при их публикации не всегда обеспечивается право на оглашение мнения системологов по острейшим вопросам системного движения (таким, например, как «диалектика и эволюционика», «ОТС и философия» и др.). А без такого обеспечения призыв XXVII съезда КПСС к созданию атмосферы творчества во всех областях жизни и особенно в области общественных наук, к постановке новых острых проблем, к созданию серьезных философских обобщений, обоснованных экономических и социальных прогнозов, глубоких исторических исследований останется не выполненным.

*5. Создание новых форм социальной организации труда ученых, техников, представителей искусства.* Лучшим свидетельством колоссального значения и этого фактора прогресса является история создания и развития в различных странах мира тех или иных академий, придавших становлению этих сторон человеческого познания строго планомерный и в целом наступательный характер, что рано или поздно приводило к серьезным сдвигам в производстве. Однако академии, будучи узковедомственными организациями с весьма консервативной структурой, нередко существенно тормозили прогресс познания (достаточно напомнить, например, о роли первой, платоновской, академии по отношению к Демокриту; французской академии — по отношению к работам Пьера и Марии Кюри, отечественной академии — к работам Н. И. Лобачевского, Д. И. Менделеева, Е. С. Федорова и К. Э. Циолковского; совсем свежий пример — это фарс, разыгранный АМН СССР в связи с избранием в академики Г. А. Илизарова).

Сложный, комплексный характер современных проблем — экономических, социальных, экологических и т. д. — требует для их решения не только системного стиля мышления, грамотного использования системных методов и теорий, но по существу и системных, интегративных, гибких форм организации совместного труда представителей общественных, естественных, технических наук, а также искусства и литературы. Традиционные наука, техника и искусство с их бесконечной цеховой раздробленностью на академии, союзы, отделения, академические, вузовские, отраслевые институты, отделы, лаборатории, группы, секторы по существу оказались неэффективными для

решения системных проблем. Более того. Как показывает история «скитаний» буквально тысяч междисциплинарных статей, книг, диссертаций, всевозможных практических разработок, такая ведомственная разобщенность нередко десятилетиями тормозила их решение.

Чтобы справиться с современными комплексными проблемами, очевидно, необходимо создавать неформальные гибкие объединения ученых, техников, представителей искусства. Ядром таких объединений мог бы стать комплексный *междисциплинарный центр по ОТС*, в котором работали бы философы (по методологическим вопросам системного движения), логики, математики и системологи (по созданию формализованного языка ОТС, решению ее фундаментальных проблем), «прикладники» (по приложению ОТС в самых различных отраслях науки, техники, искусства, производства).

К этому, собственно, и призывает ученых Коммунистическая партия. В решении XXVII съезда КПСС сказано: «Должны получить более широкое развитие такие формы организации науки, которые обеспечивают междисциплинарное исследование актуальных проблем, необходимую мобильность научных кадров, гибкость структуры научных учреждений, эффективность исследований и разработок»<sup>2</sup>.

6. *Систематическая и целеустремленная подготовка кадров ученых, техников, искусствоведов* для обеспечения запросов наиболее фундаментальных направлений науки, техники и искусства. Действительно, перестройка науки, техники, искусства на основе системного идеала, системного метода, системной парадигмы, удовлетворение внутренних потребностей развития самой ОТС невозможны без издания монографических, научно-популярных и учебных пособий по ОТС, без планомерного и повсеместного ознакомления учащихся с основами ОТС в средних и высших учебных заведениях, без постепенного построения самого учебного процесса по тому или иному «несистемному» или системному предмету на базе отвечающих именно ему естественных систем — подобно тому, как это делается со времен Д. И. Менделеева при преподавании неорганической химии на основе его периодической системы; наконец, все это невозможно реализовать без подготовки кадров специалистов для самой ОТС.

7. *Материальное обеспечение*, адекватное уровню мирового развития науки, техники и искусства. К сожалению, эти области человеческой деятельности становятся все более ресурсоемкими, требуют буквально многомиллиардных капиталовложений. Известно, что работа на переднем крае науки и техники ныне нередко оказывается невозможной для той или иной от-

дельно взятой, особенно малой, страны. В целях дальнейшего развития науки складываются международные объединения ученых и техников ряда стран с долевым финансово-материальным обеспечением исследовательских работ. Перестройка науки, техники и отчасти искусства на основе ОТС и развитие самой ОТС также потребуют некоторых капиталовложений.

Таковы некоторые теоретические и общетеоретико-системные задачи, возникающие в связи со стратегией ускоренного социально-экономического развития нашей страны.

Основной урок, который может извлечь читатель из всей книги, состоит в следующем. Если перед вами сложный объект «сигма» и вы стоите перед необходимостью его исследовать, то, используя системный идеал и системный метод, Вам следует представить его в виде объекта-системы в системе объектов одного и того же рода и выявить в них все те проявления системности, которые требуются системной парадигмой. Можно надеяться, что идя по этому пути, вам удастся очень глубоко проникнуть в природу как объекта «сигма», так и той системы, которой данный объект принадлежит.

## ЛИТЕРАТУРА

### К разделу I (с. 10—190)

#### К главе 1 (с. 10—38)

- <sup>1</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч.
- <sup>2</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч.\*
- <sup>3</sup> Акофф Р. Общая теория систем и исследование систем как противоположные концепции науки о системах // Общая теория систем. М., 1966.
- <sup>4</sup> Акофф Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах. М., 1974.
- <sup>5</sup> Альвен Х. Атом, человек, Вселенная. М., 1973.
- <sup>6</sup> Афанасьев В. Г. О системном подходе в социальном познании // Вопросы философии. 1973. № 6.
- <sup>7</sup> Афанасьев В. Г. Системность и общество. М., 1980.
- <sup>8</sup> Афанасьев В. Г. Общество: системность, познание и управление. М., 1981.
- <sup>9</sup> Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Становление и сущность системного подхода. М., 1973.
- <sup>10</sup> Борн М. Физика в жизни моего поколения. М., 1963.
- <sup>11</sup> Боулдинг К. Общая теория систем — скелет науки // Исследования по общей теории систем. М., 1969.
- <sup>12</sup> Вайскопф В. Физика XX века // Будущее науки. Вып. 4. М., 1971.
- <sup>13</sup> Винер Н. Кибернетика. М., 1958.
- <sup>14</sup> Гиг Дж. ван. Прикладная общая теория систем: В 2 кн. М., 1981.
- <sup>15</sup> Кузьмин В. П. Принцип системности в теории и методологии К. Маркса. М., 1980.
- <sup>16</sup> Исследования по общей теории систем. М., 1969.
- <sup>17</sup> Логика и методология системных исследований. Киев; Одесса, 1977.
- <sup>18</sup> Мандельштам Л. И. Полн. собр. трудов. В 5 т. Т. 5. М., 1950.
- <sup>19</sup> Марков Ю. Г. Функциональный подход в современном научном познании. Новосибирск, 1982.
- <sup>20</sup> Мейен С. В., Шрейдер Ю. А. Методологические аспекты теории классификации // Вопросы философии. 1976. № 12.
- <sup>21</sup> Мейен С. В. Таксономия и мерономия // Вопросы методологии в геологических науках. Киев, 1977.
- <sup>22</sup> Мелюхин С. Т. Соотношение причинных и функциональных связей // Проблема причинности в современной физике. М., 1960.
- <sup>23</sup> Месарович М. Основания общей теории систем // Общая теория систем. М., 1966.
- <sup>24</sup> Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. М., 1978.
- <sup>25</sup> Планк М. Единство физической картины мира. М., 1966.
- <sup>26</sup> Петров С. Методология субстратного подхода. София, 1980.
- <sup>27</sup> Садовский В. Н. Общая теория систем как метатеория // Вопросы философии. 1972. № 4.
- <sup>28</sup> Садовский В. Н. Основания общей теории систем. М., 1974.
- <sup>29</sup> Садовский В. Н. Системный подход и общая теория систем: ста-

тус, основные проблемы и перспективы развития // Системные исследования: Ежегодник. 1979. М., 1980.

<sup>30</sup> Сагатовский В. Н. Системная деятельность и ее философское осмысление // Системные исследования: Ежегодник. 1980. М., 1981.

<sup>31</sup> Тюхтин В. С. Отражение, системы, кибернетика. М., 1972.

<sup>32</sup> Тюхтин В. С. О подходах к построению общей теории систем // Системный анализ и научное знание. М., 1978.

<sup>33</sup> Тюхтин В. С. Теория автоматического опознавания и гносеология. М., 1976.

<sup>34</sup> Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии. М., 1974.

<sup>35</sup> Урманцев Ю. А. Начала общей теории систем // Системный анализ и научное знание. М., 1978.

<sup>36</sup> Урманцев Ю. А. Общая теория систем: состояние, приложения и перспективы развития // В настоящей книге.

<sup>37</sup> Уемов А. И. Системный подход и общая теория систем. М., 1978.

<sup>38</sup> Урсул А. Д. Философские и интегративно-общенаучные процессы. М., 1981.

<sup>39</sup> Фейгенбаум Э. А. Искусственный интеллект // Кибернетический сборник. Новая серия. Вып. 10. М., 1973.

<sup>40</sup> Флейшман Б. С. Основы системологии. М., 1982.

<sup>41</sup> Шрейдер Ю. А. Теория множеств и теория систем // Системные исследования: Ежегодник. 1978. М., 1978.

<sup>42</sup> Шрейдер Ю. А., Шаров А. А. Системы и модели. М., 1982.

<sup>43</sup> Щедровицкий Г. П. Принципы и общая оценка методологич. организации системно-структурных исследований и разработок // Системные исследования: Ежегодник. 1981. М., 1981.

<sup>44</sup> Юдин Б. Г. Некоторые особенности развития системных исследований // Системные исследования: Ежегодник. 1980. М., 1981.

<sup>45</sup> Berlinski D. On Systema Analysis: An Essay Concerning the Limitations of Mathematical Methods in the Social, Political and Biological Sciences. Cambridge (Mass.), 1976.

<sup>46</sup> Hus. J. System in Public Politic: a Critics Perspectiv. California-Press, 1974.

К главе 2 (с. 38—124)

<sup>1</sup> Абакумов В. А. О специфике пространственно-временной организации биосистем // Развитие концепции структурных уровней в биологии. М., 1972. С. 362—370.

<sup>2</sup> Акопян И. Д. Симметрия и асимметрия в познании. Ереван, 1980.

<sup>3</sup> Акофф Р. Общая теория систем и исследование систем как противоположные концепции науки о системах // Общая теория систем. М., 1966. С. 66—80.

<sup>4</sup> Акофф Р. Системы, организации и междисциплинарные исследования // Исследования по общей теории систем. М., 1969.

<sup>5</sup> Ахундов М. Д., Борисов В. И., Тюхтин В. С. Интегративные науки и системные исследования // Синтез современного научного знания. М., 1973. С. 224—249.

<sup>6</sup> Берг Л. С. Труды по теории эволюции. Л., 1977.

<sup>7</sup> Береснева В. Я., Романова Н. В. Вопросы орнаментации ткани. М., 1977.

<sup>8</sup> Берталанфи Л. Общая теория систем: Обзор проблем и результатов // Системные исследования. М., 1969.

<sup>9</sup> Борзенков В. Г. Принцип детерминизма и современная биология. М., 1980.



- <sup>10</sup> Боулдинг К. Общая теория систем — скелет науки // Исследования по общей теории систем. М., 1969. С. 106—124.
- <sup>11</sup> Брагина Н. Н., Доброхотова Т. А. Функциональные асимметрии человека. М., 1981.
- <sup>12</sup> Бурбаки Н. Теория множеств. М., 1965.
- <sup>13</sup> Ван дер Варден Б. Л. Алгебра. М., 1976.
- <sup>14</sup> Велибеков М. Д. Оценка развития растения с точки зрения симметрии, полярности, организации // Некоторые биологические закономерности развития культурных растений. Т. 45. Воронеж, 1970. С. 11—24.
- <sup>15</sup> Велибеков М. Д. Полярность и биосимметрия гречихи // Некоторые биологические закономерности развития культурных растений. Т. 45.
- <sup>16</sup> Велибеков М. Д. Эволюция и стабильность кариотипов цветковых растений // Селекция и семеноводство полевых и овощных культур. Воронеж, 1972. С. 147—158.
- <sup>17</sup> Вернадский В. И. О полиморфизме как общем свойстве материи // Ученые записки Московского университета, отделение естественных исторических наук. 1892. Вып. 9. С. 1—18.
- <sup>18</sup> Воронцов Н. Н. Синтетическая теория эволюции: ее источники, основные постулаты и нерешенные проблемы // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева. 1980. Т. 25. № 3. С. 295—314.
- <sup>19</sup> Галактионов С. Г. Асимметрия биологических молекул. Минск, 1978.
- <sup>20</sup> Гегель В. Соч. в 14 т. Т. 6. М.; Л., 1939. С. 315.
- <sup>21</sup> Гиг Д. ван. Прикладная общая теория систем: В 2 кн. М., 1981.
- <sup>22</sup> Глушков В. М., Иванов В. В., Яненко В. М. Методологические вопросы применения математических методов в биологии. Киев, 1979.
- <sup>23</sup> Грант В. Эволюция организмов. М., 1980.
- <sup>24</sup> Доброхотова Т. А., Брагина Н. Н. Функциональная асимметрия и психопатология очаговых поражений мозга. М., 1977.
- <sup>25</sup> Догель В. А. Олигомеризация гомологичных органов как один из главных путей эволюции животных. Л., 1954.
- <sup>26</sup> Дубров А. П. Функциональная симметрия и диссимметрия биологических объектов // Журнал общей биологии. 1973. Т. 34. № 3. С. 440—450.
- <sup>27</sup> Дубров А. П. Симметрия функциональных процессов. М., 1980.
- <sup>28</sup> Забродий В. Ю. Полиморфизм, изоморфизм и изомерия геологических объектов // Системные исследования в геологии. Владивосток, 1979. С. 3—10; Он же. Принципы построения общей теории дизъюнктивов // Там же. С. 25—31.
- <sup>29</sup> Забродий В. Ю. Системный анализ дизъюнктивов. М., 1981.
- <sup>30</sup> Заморзаев А. М. Теория простой и краткой антисимметрии. Кишинев, 1976.
- <sup>31</sup> Заморзаев А. М., Галарский Э. И., Палистрант А. Ф. Симметрия, ее обобщения и приложения. Кишинев, 1978.
- <sup>32</sup> Зиман Э., Бьюнеман О. Толерантные пространства и мозг // На пути к теоретической биологии. М., 1970.
- <sup>33</sup> Казначеев В. П., Чуприков А. П. Функциональная асимметрия и адаптация человека // Функциональная асимметрия и адаптация человека. М., 1976. С. 10—16.
- <sup>34</sup> Карпинская Р. С. Философские проблемы молекулярной биологии. М., 1971.
- <sup>35</sup> Карпинская Р. С. Идея сохранения и принципы симметрии в современной биологии // Принцип симметрии. М., 1978. С. 303—318.
- <sup>36</sup> Карпинская Р. С. Биология и мировоззрение. М., 1980.
- <sup>37</sup> Карпинская Р. С., Ушаков А. Б. Биология и идея глобального

- эволюционизма // *Философия и основания естественных наук*. М., 1981. С. 107—129.
- <sup>38</sup> *Кенесарина С. Н.* О значении системно-структурного подхода в изучении природы гена // *Развитие концепции структурных уровней в биологии*. М., 1972. С. 380—390.
- <sup>39</sup> *Кремянский В. И.* Структурные уровни живой материи. М., 1969.
- <sup>40</sup> *Круть И. В.* Введение в общую теорию Земли. М., 1978.
- <sup>41</sup> *Куратовский К., Мостовский А.* Теория множеств. М., 1970.
- <sup>42</sup> *Лейбниц Г. В.* Избр. филос. соч. М., 1908. С. 347.
- <sup>43</sup> *Ленин В. И.* Полн. собр. соч. Т. 29. С. 142, 143, 229.
- <sup>44</sup> *Линник Ю. В.* К вопросу об объективных началах законов красоты // *Труды кафедр общественных наук (некоторые философско-социологические проблемы развития советского общества)*. Петрозаводск, 1973. С. 200—246.
- <sup>45</sup> *Линник Ю. В.* Философские вопросы гармонии // *Наука и искусство*. Вып. 2. М., 1975. С. 66—80.
- <sup>46</sup> *Майр Э.* Популяции, виды, эволюция. М., 1974.
- <sup>47</sup> *Малыгин А. Г.* Карта метаболических путей (периодическая). М., 1976.
- <sup>48</sup> *Мамедов Н. М.* Моделирование и синтез знаний. Баку, 1979.
- <sup>49</sup> *Марутаев М. А.* О гармонии как закономерности // *Принцип симметрии*. М., 1978. С. 363—395.
- <sup>50</sup> *Маркс К., Энгельс Ф.* Соч. Т. 20. С. 385; Т. 30. С. 475; Т. 34. С. 133—134.
- <sup>51</sup> *Маркс К., Энгельс Ф.* Фейербах: Противоположность материалистического и идеалистического воззрений (Новая публикация первой главы «Немецкой идеологии»). М., 1966. С. 52.
- <sup>52</sup> *Мауринь А. М., Тардов Б. Н.* Биологическое прогнозирование. Рига, 1975.
- <sup>53</sup> *Мейен С. В.* Путь к новому синтезу, или куда ведут гомологические ряды? // *Знание — сила*. 1972. № 8. С. 20—22.
- <sup>54</sup> *Meуen S. V.* Plant morphology in its nomothetical aspects. Bot. review. 1973. v. 39. № 3. P. 205—260.
- <sup>55</sup> *Мейен С. В.* О соотношении номогенетического и тихогенетического аспектов эволюции // *Журнал общей биологии*. 1974. Т. 35. № 3. С. 353—364.
- <sup>56</sup> *Мейен С. В.* Проблема направленности эволюции // *Итоги науки и техники. Зоология позвоночных*. Т. 7. Проблемы теории эволюции. М., 1975. С. 66—117.
- <sup>57</sup> *Мейен С. В.* Олигомеризация и полимеризация в эволюции форм растений // *Значение процессов полимеризации и олигомеризации в эволюции*. Л., 1977. С. 75—77.
- <sup>58</sup> *Мейен С. В.* О наиболее общих принципах исторических реконструкций в геологии // *Изв. АН СССР. Сер. Геология*. 1978. № 11. С. 79—91.
- <sup>59</sup> *Мейен С. В.* Прогноз в биологии и уровни системности живого // *Биология и современное научное познание*. М., 1980. С. 103—120.
- <sup>60</sup> *Мейен С. В., Шрейдер Ю. А.* Методологические аспекты теории классификации // *Вопросы философии*. 1976. № 12. С. 67—69.
- <sup>61</sup> *Месарович М.* Основания общей теории систем // *Общая теория систем*. М., 1966.
- <sup>62</sup> *Месарович М., Мако Д., Такахара И.* Теория иерархических многоуровневых систем. М., 1973.
- <sup>63</sup> *Месарович М., Такахара И.* Общая теория систем: математические основы.

- <sup>64</sup> Миклин А. М., Подольский В. А. Категория развития в марксистской диалектике. М., 1980.
- <sup>65</sup> Овчинников Н. Ф. Принципы сохранения. М., 1966; *Он же*. Симметрия — закономерность природы и принцип познания // Принцип симметрии. М., 1978. С. 5—46.
- <sup>66</sup> Овчинников Н. Ф. Структура и симметрия // Системные исследования. М., 1969. С. 111.
- <sup>67</sup> Оруджев З. М. Диалектика как система. М., 1973.
- <sup>68</sup> Петухов С. В. Биомеханика, бионика и симметрия. М., 1981.
- <sup>69</sup> Плесский Б. В. К определению предмета общей теории систем // Системный метод и современная наука. Вып. 2. Новосибирск, 1972. С. 16—17.
- <sup>70</sup> Пресман А. С. Идеи В. И. Вернадского в современной биологии. М., 1976.
- <sup>71</sup> Сагатовский В. Н. Системная деятельность и ее философское осмысление // Системные исследования: 1980. М., 1981. С. 52—68.
- <sup>72</sup> Садовский В. Н. Общая теория систем как метатеория // Вопросы философии. 1972. № 4.
- <sup>73</sup> Садовский В. Н. Основания общей теории систем. М., 1974. (см. особенно с. 93—99).
- <sup>74</sup> Северцов А. Н. Морфологические закономерности эволюции. М.; Л., 1939.
- <sup>75</sup> Славов В. И., Вишняков Я. Д. Периодическая система индексов и симметрия текстур кристаллов // Методы и структурные исследования по физике твердого тела. Вологда, 1974. С. 62—102.
- <sup>76</sup> Соловьев Ю. И., Куриной В. И. Якоб Берцелиус. М., 1980.
- <sup>77</sup> Спиркин А. Г., Тюхтин В. С. О взаимосвязи наук в современном естествознании // Синтез современного научного знания. М., 1973. С. 60—73.
- <sup>78</sup> Стегайлов Р. А. О возможности изучения злокачественного роста в аспекте представлений о биологической диссимметрии // Журнал общей биологии. 1979. Т. X. № 3. С. 429—440.
- <sup>79</sup> Трусов Б. А. Полиморфизм структур околоцветника многолетних азиатских видов рода *Delphinium* L. // Бюллетень Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биологии. Т. LXXX. № 5. С. 70—83.
- <sup>80</sup> Трусов Б. А. Способы полиморфизации структур околоцветника *Delphinium iliense* huth. i. *Delphinium elatum* L. // Бюллетень Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биологии. 1977. Т. 82. № 1. С. 89—106.
- <sup>81</sup> Тюхтин В. С. Отражение, системы, кибернетика. М., 1972.
- <sup>82</sup> Тюхтин В. С. Теория автоматического опознавания и гносеология. М., 1976.
- <sup>83</sup> Тюхтин В. С. О подходах к построению общей теории систем // Системный анализ и научное знание. М., 1978. С. 42—60.
- <sup>84</sup> Тюхтин В. С. Материалистическая диалектика и проблема направленности развития // Вопросы философии. 1981. № 1.
- <sup>85</sup> Уемов А. И. Системы и системные параметры // Проблемы формального анализа систем. М., 1968.
- <sup>86</sup> Уемов А. И. Системный подход и общая теория систем. М., 1978 (см. особенно с. 103—140).
- <sup>87</sup> Урманцев Ю. А. Поли- и изоморфизм в живой и неживой природе // Вопросы философии. 1968. № 12. С. 77—88.
- <sup>88</sup> Урманцев Ю. А. Опыт аксиоматического построения общей теории систем // Системные исследования: 1971. М., 1972. С. 128—152.
- <sup>89</sup> Урманцев Ю. А. Изомерия в живой природе. IV. Исследование свойств биологических изомеров (на примере венчиков льна) // Ботанический журнал. 1973. Т. 58. № 6. С. 769—783.

<sup>90</sup> Урманцев Ю. А. Изомерия в живой природе. V. Исследование свойств биологических изомеров (на примере венчиков и коробочек льна) // Физиология растений. 1974. № 4. С. 771—779.

<sup>91</sup> Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии.

<sup>92</sup> Урманцев Ю. А. Начала общей теории систем // Системный анализ и научное знание. М., 1978. Т. 39. С. 7—41.

<sup>93</sup> Урманцев Ю. А. Что может дать биологу представление объекта как системы в системе объектов того же рода? // Журнал общей биологии. 1978. Т. 39. № 5. С. 699—718.

<sup>94</sup> Урманцев Ю. А. О природе правого и левого (основы теории дисфакторов) // Принцип симметрии. М., 1978. С. 180—195.

<sup>95</sup> Урманцев Ю. А. Об определении знаков энантиоморфизма нехимических (биологических) диссизомеров посредством химических // Журнал общей биологии. 1979. Т. LX. № 3. С. 351—367.

<sup>96</sup> Урманцев Ю. А. Номогенез о сходстве в живой природе // Природа. 1979. № 9. С. 116—121.

<sup>97</sup> Урманцев Ю. А. Системный подход к проблеме устойчивости растений // Физиология растений. 1979. Т. 26. № 4, 5.

<sup>98</sup> Урманцев Ю. А. О значении основных законов преобразования объектов-систем для биологии // Биология и современное научное познание. М., 1980. С. 121—143.

<sup>99</sup> Урманцев Ю. А. Единство и многообразие мира с точки зрения общей теории систем // Единство и многообразие мира, дифференциация и интеграция знания: Тезисы выступл. к III Всесоюз. совещ. по филос. вопросам естествознания. Вып. 2. М., 1981. С. 103—108.

<sup>100</sup> Урманцев Ю. А., Трусов Ю. П. О специфике пространственных форм и отношений в живой природе // Вопросы философии. 1958. № 6. С. 42—54.

<sup>101</sup> Урманцев Ю. А., Трусов Ю. П. О свойствах времени // Вопросы философии. 1961. № 5. С. 58—70.

<sup>102</sup> Urmantsev Yu. A. Symmetry of System and System of Symmetry // Computers and Mathematics with Applications. 1986. Vol. 12B, Nos. 1/2.

<sup>103</sup> Хильчевская Р. И. Роль асимметрии — симметрии материи в процессах происхождения жизни на Земле // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева. 1980. Т. 25. № 4.

<sup>104</sup> Хохрин А. В. Внутривидовая диссимметрическая изменчивость древесных растений в связи с их экологией. Автореф. дис. д-ра биол. наук. Свердловск, 1977.

<sup>105</sup> Хохрин А. В. Диссимметрическая изменчивость и стереобиология сосны обыкновенной // Экология. 1981. № 3.

<sup>106</sup> Хохряков А. П. Эволюция биоморф растений. М., 1981.

<sup>107</sup> Численко Л. Л. Структура фауны и флоры в связи с размерами организмов. М., 1981.

<sup>108</sup> Численко Л. Л. Полимеризация и олигомеризация как закономерности в эволюции организменных систем // Значение процессов полимеризации и олигомеризации в эволюции. Л., 1977.

<sup>109</sup> Шаронов И. П. Логический анализ некоторых проблем геологии. М., 1977.

<sup>110</sup> Шафрановский И. И. Симметрия в природе. Л., 1968.

<sup>111</sup> Шафрановский И. И. История развития учения об изоморфизме // Вестн. ЛГУ. 1967. № 6.

<sup>112</sup> Шафрановский И. И. История кристаллографии. XIX век. Л., 1980.

<sup>113</sup> Шрейдер Ю. А. Равенство, сходство, порядок. М., 1971.

<sup>114</sup> Шрейдер Ю. А. Язык описания систем // Системные исследования. М., 1973.

<sup>115</sup> Шрейдер Ю. А. Теория множеств и теория систем // Системные исследования: 1978. М., 1978.

<sup>116</sup> Шрейдер Ю. А. Гносеологические особенности современной науки в свете системного подхода. Автореф. дис. д-ра филос. наук. М., 1980.

<sup>117</sup> Шубников А. В., Копцик В. А. Симметрия в науке и в искусстве. М., 1972.

К главе 3 (с. 124—144)

<sup>1</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч.

<sup>2</sup> Абрамова Н. Т. Системный характер научного знания и методы исследования целостности объектов // Системный анализ и научное знание. М., 1978. С. 142.

<sup>3</sup> Анохин П. К. Системогенез как общая закономерность эволюционного процесса // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1948. Т. 26. Вып. 2. С. 81..

<sup>4</sup> Анохин П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. М., 1971.

<sup>5</sup> Бернал Дж. Возникновение жизни. М., 1969.

<sup>6</sup> Бирюков Б. В., Бирюкова Л. Г. Нетранзитивность научного объяснения и биофизика // Методологические и теоретические проблемы биофизики. М., 1979. С. 28.

<sup>7</sup> Блага К., Червинка О., Ковар Я. Основы стереохимии и конформационного анализа. Л., 1974.

<sup>8</sup> Бонгард М. М. Проблема узнавания. М., 1967.

<sup>9</sup> Брода Э. Эволюция биоэнергетических процессов. М., 1978.

<sup>10</sup> Вайнберг С. Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной. М., 1981.

<sup>11</sup> Догель В. А. Олигомеризация гомологических органов как один из главных путей эволюции животных. Л., 1954.

<sup>12</sup> Кальвин М. Химическая эволюция. М., 1971.

<sup>13</sup> Камшилов М. М. Биотический круговорот. М., 1970.

<sup>14</sup> Колмогоров А. Н. Автоматы и жизнь // Кибернетика ожидаемая и кибернетика неожиданная. М., 1968. С. 12.

<sup>15</sup> Лаптев И. П. Теоретические основы охраны природы (основы созологии). Изд-во Томского университета, 1975.

<sup>16</sup> Ларин Ю. С. Биометрическое и электронно-микроскопическое исследование перевивных целлофановых рабдомиобластом в процессе развития. Канд. дис. М., 1968.

<sup>17</sup> Ларин Ю. С. Происхождение и жизнедеятельность клеточной организации в свете идей полимеризации и олигомеризации В. А. Догеля // Значение процессов полимеризации и олигомеризации в эволюции. Л., 1977. С. 89.

<sup>18</sup> Мюллер Ф., Геккель Э. Основной биогенетический закон. М.; Л., 1940.

<sup>19</sup> Напалков А. В. Введение // Комплексные проблемы охраны окружающей природной среды и рационального использования природных ресурсов. М., 1976. С. 5.

<sup>20</sup> Новиков А., Эсснер Э., Голдфишер С., Хейес М. Нуклеозидфосфатазная активность клеточных мембран // Ультраструктура и функция клетки. М., 1965. С. 84.

<sup>21</sup> Опарин А. И. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие. М., 1960.

<sup>22</sup> Северцов А. Н. Морфологические закономерности эволюции. М.; Л., 1949.

<sup>23</sup> Смирнов С. Н. Элементы философского содержания понятия «система» как ступени развития познания и общественной практики // Системный анализ и научное знание. М., 1978. С. 60.

<sup>24</sup> Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии.

<sup>25</sup> Урманцев Ю. А. Начала общей теории систем // Системный анализ и научное знание. С. 8.

<sup>26</sup> Урманцев Ю. А. Что может дать биологу представление объекта как системы в системе объектов того же рода? // Журнал общей биологии. 1978. Т. 39. № 5. С. 699.

<sup>27</sup> Урсул А. Д. Природа информации. М., 1968.

<sup>28</sup> Фриц-Ниггли Х. Радиобиология, ее основы и достижения. М., 1961.

<sup>29</sup> Шмальгаузен И. И. Кибернетические вопросы биологии. Новосибирск, 1968.

<sup>30</sup> Эшби У. Р. Общая теория систем как новая научная дисциплина // Исследования по общей теории систем. М., 1969. С. 126.

К главе 4 (с. 144—156)

<sup>1</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч.

<sup>2</sup> Веккер Л. М. Психические процессы. Т. 2. Мышление и интеллект. Л., 1976.

<sup>3</sup> Ганнушкин П. Г. Клиника психопатий, их статика, динамика и симптоматика. М., 1933.

<sup>4</sup> Далин В. Я. Жизнь и научная деятельность академика АН КазССР Б. А. Домбровского // Доклады МОИП. Общая биология. 1973. М., 1975. С. 96.

<sup>5</sup> Далин В. Я. Единство и различие механизмов эволюции на физическом, химическом, прокариотическом, биологическом и антропологическом уровнях организации материи // План работы МОИП, март 1976. Секция физики. Группа философских проблем физики.

<sup>6</sup> Далин В. Я. К истории развития представлений о живом (от линз А. Левенгука до электронного микроскопа) // Доклады МОИП. Общая биология. 1976. М., 1978. С. 134.

<sup>7</sup> Далин В. Я. К обоснованию теоретической антропологии с позиции новой концепции познания живого // Доклады МОИП. Общая биология. Ч. 1. 1977. М., 1979. С. 3.

<sup>8</sup> Далин В. Я. Почему же нет теоретической биологии? Ответ философа // Доклады МОИП. Общая биология. 1981. М., 1983. С. 56.

<sup>9</sup> Далин В. Я. Что такое человек с позиции философии? // Доклады МОИП. Общая биология. 1984. М., 1986. С. 4.

<sup>10</sup> Дарвин Ч. Соч.: В 9 т. Т. 5. М., 1953.

<sup>11</sup> Десятые Кобозевские чтения // Журнал физической химии. 1985. № 9. С. 2378.

<sup>12</sup> Домбровский Б. А. Основы сравнительной морфологии животных. Алма-Ата, 1961. С. 190.

<sup>13</sup> Домбровский Б. А. О закономерностях в развитии биологической мысли. Алма-Ата, 1965. С. 5.

<sup>14</sup> Жоль К. К. Мысль, слово, метафора. Проблемы семантики в философском освещении. Киев, 1984. С. 143—144.

<sup>15</sup> Зейгарник Б. В. Патология мышления. М., 1969. С. 23.

<sup>16</sup> Кант И. Трактаты и письма. М., 1981. С. 334.

<sup>17</sup> Кобозев Н. И. Избр. труды: В 2 т. Т. 2. 1978.

<sup>18</sup> Козлова М. С. Философия и язык. М., 1972.

<sup>19</sup> Краткое методическое пособие по разработке и упорядочению научно-технической терминологии. М., 1979. С. 8, 29.

- <sup>20</sup> Лоренц К. Человек находит друга. М., 1971. С. 89.
- <sup>21</sup> Мейлах Б. С. На рубеже науки и искусства. Л., 1971.
- <sup>22</sup> Налимов В. В. Вероятностная модель языка. О соотношении естественных и искусственных языков. М., 1979. С. 73.
- <sup>23</sup> На VI съезде Общества психологов СССР // Психологический журнал. 1984. № 1.
- <sup>24</sup> Павлов И. П. Полн. собр. соч.: В 6 т. Т. V. М.; Л., 1952. С. 26.
- <sup>25</sup> Павловские среды: В 3 т. Т. III. М.; Л., 1949. С. 163.
- <sup>26</sup> Первая Всесоюзная конференция по проблемам эволюции // Журнал общей биологии. 1985. № 6.
- <sup>27</sup> Пиаже Ж. Избр. психол. труды. М., 1968.
- <sup>28</sup> Поршнев Б. Ф. О начале человеческой истории. Проблемы палеопсихологии. М., 1974.
- <sup>29</sup> Рубинштейн С. Л. Основы психологии. М., 1935. С. 337.
- <sup>30</sup> Солоухин В. Собр. соч.: В 4 т. Т. 4. М., 1984. С. 345—346.
- <sup>31</sup> III зимняя школа по теоретической биологии // Биологические науки. 1979. № 9. С. 127.
- <sup>32</sup> Урманцев Ю. А. Начала общей теории систем // Системный анализ и научное знание.
- <sup>33</sup> Философский словарь / Пер. с нем. (Вступ. статья М. Розенталя). М., 1961. С. 534.
- <sup>34</sup> Фролов И. Т. Органический детерминизм, телеология и целевой подход в исследовании // Вопросы философии. 1970. № 10.
- <sup>35</sup> Ханагов А. А. Существуют ли в формальной логике парадоксы? // Природа. 1978, № 10. С. 124.
- <sup>36</sup> Чайковский Ю. В. Истоки открытия Ч. Дарвина. Опыт методологического анализа // Природа, 1982. № 6.

К главе 5 (с. 156—171)

- <sup>1</sup> Бондаренко В. Н. Статистические методы изучения вулканогенных комплексов. М., 1967.
- <sup>2</sup> Вистелиус А. Б. Математическая геология (состояние, перспективы) // Математическая геология: Реферативный систематический указатель. Л., 1969.
- <sup>3</sup> Геологический словарь. Т. 1. М., 1973.
- <sup>4</sup> Геологический словарь. Т. 2. М., 1973.
- <sup>5</sup> Геология и математика. Новосибирск, 1967.
- <sup>6</sup> Груза В. В. Методологические проблемы геологии. Л., 1977.
- <sup>7</sup> Жуков Р. А. Системно-кибернетический подход как главная предпосылка математизации геологии // Математические методы в геологии. Вып. 2. Л., 1973.
- <sup>8</sup> Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики. М., 1968.
- <sup>9</sup> Методы теоретической геологии. Л., 1978.
- <sup>10</sup> Покалов В. Т. Опыт классификации эндогенных месторождений молибдена на тектоно-магматической основе // Советская геология. 1970. № 1.
- <sup>11</sup> Родионов Д. А. Статистические методы разграничения геологических объектов по комплексу признаков. М., 1968.
- <sup>12</sup> Стратиграфия и математика. Хабаровск, 1974.
- <sup>13</sup> Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии.
- <sup>14</sup> Урманцев Ю. А. Начала общей теории систем // Системный анализ и научное знание. М., 1978.
- <sup>15</sup> Урманцев Ю. А. Что может дать биологу представление объекта как системы в системе объектов того же рода? // Журнал общей биологии. 1978. № 5.

<sup>16</sup> Усманов Ф. А. Основы математического анализа геологических структур. Ташкент, 1977.

<sup>17</sup> Шарапов И. П. Применение математической статистики в геологии. М., 1965.

<sup>18</sup> Шарапов И. П. О математизации и формализации геологии // Геология и геофизика. 1968. № 9.

<sup>19</sup> Шарапов И. П. Применение математической статистики в геологии. Изд. 2-е, испр. и доп. М., 1971.

<sup>20</sup> Шарапов И. П. О математическом направлении в геоморфологии // Известия АН СССР. Серия географическая. 1973. № 4.

<sup>21</sup> Шарапов И. П. Учет формально-логических требований при уточнении геологических понятий и терминов // Методологические вопросы геологических наук. Киев, 1974.

<sup>22</sup> Шарапов И. П. Стрoение геологического знания // Методологические проблемы геологии. Киев, 1975.

<sup>23</sup> Шарапов И. П. Логический анализ некоторых проблем геологии. М. 1977.

<sup>24</sup> Шлыгин А. И. Электродные потенциалы // Ученые записки Дальневосточного университета. Т. 15. 1968.

<sup>25</sup> Шлыгин А. И. О проблеме электрокатализа // Ученые записки Дальневосточного университета. Т. 87. 1974. С. 133—135.

<sup>26</sup> Szarapow Ivan P. Idee metageologii // Studia Filozoficzne (Warszawa): 1971. № 3.

К главе 6 (с. 166—184)

<sup>1</sup> Бернал Дж. Д. О роли геометрических факторов в структуре материи // Кристаллография. 1962. Т. 7. № 4.

<sup>2</sup> Бернал Дж. Д., Карлайл С. Х. Поля охвата обобщенной кристаллографии // Кристаллография. 1968. Т. 13. № 5.

<sup>3</sup> Бергаланфи Л. фон. Общая теория систем: Обзор проблемы и результатов // Системные исследования: Ежегодник. 1969. М., 1969.

<sup>4</sup> Блохинцев Д. И. Пространство и время в микромире. М., 1982.

<sup>5</sup> Вайнштейн Б. К. Симметрия кристаллов. Методы структурной кристаллографии. М., 1979.

<sup>6</sup> Галиулин Р. В. Кристаллографическая геометрия. М., 1984.

<sup>7</sup> Горелик Г. Е. Размерность пространства. М., 1983.

<sup>8</sup> Кавагути А. Понятие геометрии // Проблемы физики: классика и современность. М., 1982.

<sup>9</sup> Кант И. Соч. В 6 т. Т. 2. М., 1963. С. 71, 369—379.

<sup>10</sup> Курош А. Г. Общая алгебра. М., 1974.

<sup>11</sup> Кэлли Дж. Общая топология. М., 1981.

<sup>12</sup> Маликов А. В. О моделировании закономерностей соприкосновения зерен в минеральных сростаниях // Доклады АН СССР. 1985. Т. 280. № 4.

<sup>13</sup> Маликов А. В. Эффект понижения комбинаторно-топологической симметрии в агрегатах кристаллов // Доклады АН СССР. 1987. Т. 293, № 4.

<sup>14</sup> Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем.

<sup>15</sup> Оре О. Теория графов. М., 1980.

<sup>16</sup> Пенроуз Р. Структура пространства-времени. М., 1972.

<sup>17</sup> Поспелов Г. С. Системный анализ и искусственный интеллект. М., 1980.

<sup>18</sup> Урманцев Ю. А. Начало общей теории систем // Системный анализ и научное знание.



<sup>19</sup> Хокинг С., Эллис Дж. Крупномасштабная структура пространства-времени. М., 1977.

<sup>20</sup> Эйнштейн А. Сборник научных трудов. В 4 т. Т. 2. М., 1965.

<sup>21</sup> Koptik V. A. Symmetry Principle in Physics // Journal of Physics. 1983. Vol. C. 16.

<sup>22</sup> Robinson A., Zakon E. A Set-Theoretical Characterization of Enlargements // Applications of Model Theory to Algebra, Analysis and Probability Theory. Holt-Rinehart and Winston, 1969.

<sup>23</sup> Saslaw W. C. A Relation between Homogeneity of the Universe and Dimensionality of Space // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 1977. Vol. 179.

<sup>24</sup> Urmantsev Yu. A. Symmetry of System and System of Symmetry // Computer and Mathematics with Applications. 1986. Vol. 12B. Nos. 1/2.

## К разделу II (с. 191—292)

К главе 8 (с. 200—227)

<sup>1</sup> Блохинцев Д. И. Размышления о проблемах познания и творчества и закономерностях процессов развития // Теория познания и современная физика. М., 1984. С. 63, 64.

<sup>2</sup> Вигнер Е. Этюды о симметрии. М., 1971.

<sup>3</sup> Гисин В. Б., Цаленко М. Ш. Алгебраическая теория систем и ее приложения // Системные исследования. Методологические проблемы: Ежегодник. 1984. М., 1984.

<sup>4</sup> Гладкий А. В., Мельчук И. А. Элементы математической лингвистики. М., 1969.

<sup>5</sup> Готт В. С., Перетурич А. Ф. Симметрия и асимметрия как категории познания // Симметрия. Инвариантность. Структура (философские очерки). М., 1967.

<sup>6</sup> Желудев И. С. Симметрия и ее приложения. М., 1976.

<sup>7</sup> Кедров Б. М. Взаимодействие наук и роль в нем философии // Взаимодействие наук: Теоретические и практические аспекты / Отв. ред. Б. М. Кедров, П. В. Смирнов. М., 1984.

<sup>8</sup> Клепики Н. П. Перестройки в системе трех частиц // Ядерная физика. 1974. Т. 19. С. 464, 696.

<sup>9</sup> Клиффорд А., Престон Г. Алгебраическая теория полугрупп. М., 1972.

<sup>10</sup> Копчик В. А. Инварианты и симметрические преобразования художественных структур. Σημειωτική (Семиотика) // Материалы всесоюзного симпозиума по вторичным моделирующим системам. Тарту, 1974. Т. 1 (5).

<sup>11</sup> Копчик В. А. О суперпозиции групп симметрии в кристаллофизике // Кристаллография. 1957. Т. 2.

<sup>12</sup> Копчик В. А. Принцип симметрии в кристаллофизике // Методологические проблемы кристаллографии. М., 1985.

<sup>13</sup> Копчик В. А. Принципы симметризации — диссимметризации Шубникова—Кюри для составных физических систем // Проблемы современной кристаллографии. М., 1975.

<sup>14</sup> Копчик В. Я. Симметрия в науке и искусстве // Дизайн в системе культуры. М., 1981.

<sup>15</sup> Копчик В. Я. Теоретико-групповые методы в физике реальных кристаллов и теории структурных фазовых переходов // Теоретико-групповые методы в физике. М., 1980. Т. 1; М., 1983. Т. 1.

<sup>16</sup> Копчик В. А., Талис А. Л. Теория расширений групп, принцип

- Шубникова — Кюри и фазовые переходы // Теоретико-групповые методы в физике. М., 1983. Т. 1. С. 288—298; М., 1986. Т. 1.
- <sup>17</sup> Копчик В. А. Шубниковские группы. М., 1966.
- <sup>18</sup> Кюри М. Пьер Кюри. М., 1963.
- <sup>19</sup> Кюри П. Избр. труды. М.; Л., 1966.
- <sup>20</sup> Лойфман И. Я. Философская категория меры и естествознание // Философские науки. 1966. № 6.
- <sup>21</sup> Менский М. Б. Группа путей. Изоляция. Поля. Частицы. М., 1983.
- <sup>22</sup> Месарович М., Такахара Я. ОТС: математические основы. М., 1978.
- <sup>23</sup> Мигдал А. Б. Как рождаются физические теории. М., 1984.
- <sup>24</sup> Овчинников Н. Ф. Принципы сохранения. М., 1966.
- <sup>25</sup> Овчинников Н. Ф. Симметрия как методологический принцип познания закономерностей природы // Методологические проблемы кристаллографии. М., 1985.
- <sup>26</sup> Пойа Д. Комбинаторные вычисления для групп, графов и химических соединений // Перечислительные задачи комбинаторного анализа / Ред. Г. П. Гаврилов. М., 1979.
- <sup>27</sup> Покровский В. Л., Паташинский А. З. Флуктуационная теория фазовых переходов. М., 1983.
- <sup>28</sup> Принцип симметрии. Историко-методологические проблемы / Отв. ред. Б. М. Кедров, Н. Ф. Овчинников. М., 1978.
- <sup>29</sup> Старосельская-Никитина О. А. Поль Ланжевен. М., 1962.
- <sup>30</sup> Уемов А. И. Основы формального аппарата параметрической ОТС // Системные исследования. Методологические проблемы: Ежегодник. 1984. М., 1984. С. 152.
- <sup>31</sup> Уемов А. И. Системный подход и ОТС. М., 1978.
- <sup>32</sup> Уемов А. И. Теоретико-системное толкование понятия развитие // Великославинский Д. А., Елисеев Э. И., Кратц К. О. Вариационный анализ эволюции магматических систем. Л., 1984.
- <sup>33</sup> Умэдзава Х., Мацумото Х., Татики М. Термополевая динамика и конденсированные состояния. М., 1985.
- <sup>34</sup> Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии.
- <sup>35</sup> Шафрановский И. И. Симметрия в природе. Л., 1968.
- <sup>36</sup> Шелест В. П. Осколки. М., 1981.
- <sup>37</sup> Материалистическая диалектика как научная система // Под ред. А. П. Шептулина. М., 1983.
- <sup>38</sup> Шубников А. В. О работах Пьера Кюри в области симметрии // Успехи физических наук. 1956. Т. 59. С. 591—602.
- <sup>39</sup> Шубников А. В. О симметрии векторов и тензоров // Известия АН СССР. Серия физическая. 1949. Т. 13. № 3. С. 347; Он же. Избр. труды по кристаллографии. М., 1975. С. 97.
- <sup>40</sup> Шубников А. В., Копчик В. А. Симметрия в науке и искусстве. М., 1972; Shubnikov A. V., Koptsik V. A. Symmetry in Science and Art. N. Y. 1974.
- <sup>41</sup> Koptsik V. A. Advances in Theoretical Crystallography. Color Symmetry of Defect Crystals // Kristal und Technik. 1975. Bd 10.
- <sup>42</sup> Koptsik V. A. Group-Theoretical Methods in Physics // Journal of Physics. 1983. Vol. C 16.
- <sup>43</sup> Koptsik V. A. Symmetry principle in Physics // Journal of Physics. 1983. Vol. C 16.
- <sup>44</sup> Voigt W. Lehrbuch der Kristalphysik. Berlin, 1910; Он же. Die Fundamentalphysikalischen Eigenschaften der Krystalle in elementarer Darstellung. Leipzig. 1898.

<sup>1</sup> Балтаг И. А., Гарит В. П. Двумерные дискретные аффинные группы. Кишинев, 1981.

<sup>2</sup> Балтаг И. А., Заморзаев А. М. К теории федоровских групп и правильных разбиений на псевдозвклидовой плоскости // Ученые записки Кишиневского университета. 1965. Т. 82.

<sup>3</sup> Белов Н. В., Неронова Н. Н., Смирнова Т. С. 1651 шубниковская группа // Труды Института кристаллографии АН СССР. 1955. Вып. II.

<sup>4</sup> Белов Н. В., Тархова Т. Н. Группы цветной симметрии // Кристаллография. 1956. Т. 1. Вып. 1.

<sup>5</sup> Вайнштейн Б. К., Тищенко Г. Н. Условные проекции в  $F$ - и  $F^2$ -рядах Фурье // Труды Института кристаллографии АН СССР. 1955. Вып. II.

<sup>6</sup> Вейль Г. Симметрия. М., 1968 (американское издание: *Weyl H. Symmetry*. Princeton; New Jersey, 1952).

<sup>7</sup> Галарский Э. И., Заморзаев А. М. О группах симметрии и антисимметрии подобия // Кристаллография. 1963. Т. 8. Вып. 5.

<sup>8</sup> Заболотный П. А. О группах гомологии и антигомологии // Кристаллография. 1973. Т. 18. Вып. 1.

<sup>9</sup> Заморзаев А. М. Обобщение федоровских групп // Кристаллография. 1957. Т. 2. Вып. 1; см. также: 1962. Т. 7. Вып. 6.

<sup>10</sup> Заморзаев А. М. О группах симметрии и различного рода антисимметрии // Кристаллография. 1963. Т. 8. Вып. 3.

<sup>11</sup> Заморзаев А. М. О группах квазисимметрии ( $P$ -симметрии) // Кристаллография. 1967. Т. 12. Вып. 5.

<sup>12</sup> Заморзаев А. М. Вывод трехмерных групп симметрии подобия // Доклады АН СССР. 1968. Т. 179. № 4.

<sup>13</sup> Заморзаев А. М. Развитие новых идей в федоровском учении о симметрии за последние десятилетия // Иден Е. С. Федорова в современной кристаллографии и минералогии. Л., 1970.

<sup>14</sup> Заморзаев А. М. Теория простой и кратной антисимметрии. Кишинев, 1976.

<sup>15</sup> Заморзаев А. М. О развитии новых идей в теории симметрии и антисимметрии // Принцип симметрии. М., 1978. С. 268—292.

<sup>16</sup> Заморзаев А. М., Галарский Э. И., Палистрант А. Ф. Цветная симметрия, ее обобщения и приложения. Кишинев, 1978.

<sup>17</sup> Заморзаев А. М., Палистрант А. Ф. Геометрическая классификация  $P$ -симметрий // Доклады АН СССР. 1981. Т. 256. № 4.

<sup>18</sup> Заморзаев А. М., Соколов Е. И. Симметрия и различного рода антисимметрия конечных фигур // Кристаллография. 1957. Т. 2. Вып. 1.

<sup>19</sup> Заморзаев А. М., Цекиновский Б. В. О четырехмерных решетках Браве // Кристаллография. 1968. Т. 13. Вып. 2.

<sup>20</sup> Иден Е. С. Федорова в современной кристаллографии и минералогии. Л., 1970.

<sup>21</sup> Инденбом В. Л. Связь групп антисимметрии и цветной симметрии с одномерными представлениями обычных групп симметрии. Изоморфизм шубниковских и федоровских групп // Кристаллография. 1959. Т. 4. Вып. 4; см. также: 1960. Т. 5. Вып. 4.

<sup>22</sup> Копчик В. А. Шубниковские группы. М., 1966.

<sup>23</sup> Копчик В. А. Очерк развития теории симметрии и ее приложений в физической кристаллографии за 50 лет // Кристаллография. 1967. Т. 12. Вып. 5.

<sup>24</sup> Копчик В. А. К теории симметрии реального кристалла // Проблемы кристаллологии. М., 1976.

<sup>25</sup> Кунцевич Т. С., Белов Н. В. Геометрическая интерпретация точечных элементов симметрии и решеток Бравэ в четырехмерном пространстве // *Acta crystallographica*. 1968. Vol. A 24.

<sup>26</sup> Макаров В. С. Об одном классе разбиений пространства Лобачевского // Доклады АН СССР. 1965. Т. 161. № 2; см. также: 1966. Т. 167. № 1.

<sup>27</sup> Михеев В. И. Гомология кристаллов. Л., 1961.

<sup>28</sup> Найш В. Е. О магнитной симметрии кристаллов // Известия АН СССР. Серия физическая. 1963. Т. 27. Вып. 12.

<sup>29</sup> Наливкин Д. В. Элементы симметрии органического мира. Известия Биологического научно-исследовательского института при Пермском университете. 1925. Т. 3. Вып. 8.

<sup>30</sup> Неронова Н. Н., Белов Н. В. Единая схема кристаллографических групп симметрии классических и черно-белых // Кристаллография. 1961. Т. 6. Вып. 1.

<sup>31</sup> Неронова Н. Н., Белов Н. В. Цветные антисимметрические мозаики // Кристаллография. 1961. Т. 6. Вып. 6. С. 831—839.

<sup>32</sup> Общая алгебра и дискретная геометрия. Кишинев, 1980.

<sup>33</sup> Палистрант А. Ф. Двумерные группы цветной симметрии и различного рода антисимметрии // Кристаллография. 1966. Т. 11. Вып. 5.

<sup>34</sup> Палистрант А. Ф. Пространственные группы ( $p'$ )-симметрии (полиэды) и их применение к выводу пятимерных кристаллографических групп симметрии // Доклады АН СССР. 1980. Т. 254. № 5.

<sup>35</sup> Палистрант А. Ф. Применение трехмерных точечных групп  $P$ -симметрии к выводу шестимерных групп симметрии // Доклады АН СССР. 1981. Т. 260. № 4.

<sup>36</sup> Поли Г. С. Мозаики для групп цветной симметрии // Кристаллография. 1961. Т. 6. Вып. 1.

<sup>37</sup> Проблемы кристаллологии. М., 1971.

<sup>38</sup> Роман Т. Симметрии 4-мерных бордюрных орнаментов // Доклады АН СССР. 1959. Т. 128. № 6; см. также: 1962. Т. 147. № 5.

<sup>39</sup> Тавгер Б. А., Зайцев В. М. О магнитной симметрии кристаллов // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1956. Т. 30. Вып. 3.

<sup>40</sup> Шафрановский И. И. Симметрия в природе. Л., 1968.

<sup>41</sup> Шафрановский И. И. История кристаллографии. XIX век. Л., 1980.

<sup>42</sup> Штогрин М. И. О классификации четырехмерных решеток по Бравэ, Воронову и Делоне // Доклады АН СССР. 1974. Т. 218. № 3.

<sup>43</sup> Шубников А. В. Новое в учении о симметрии и его применении // Общее собрание АН СССР 14—17 ноября 1944 года. М.—Л., 1945.

<sup>44</sup> Шубников А. В. Симметрия и антисимметрия конечных фигур. М., 1951.

<sup>45</sup> Шубников А. В. Симметрия подобия // Кристаллография. 1960. Т. 5. Вып. 4.

<sup>46</sup> Шубников А. В., Кончик В. А. Симметрия в науке и искусстве. М., 1972. См. также: Шубников А. В. Симметрия. М., 1940.

<sup>47</sup> Шувалов Л. А. Антисимметрия и ее конкретные модификации. Кристаллография, 1962. Т. 7. Вып. 4.

<sup>48</sup> Bohm J., Dornberger-Schiff K. The Nomenclature of Crystallographic Symmetry Groups // *Acta Crystallographica*. 1966. Vol. 21.

<sup>49</sup> Brown H., Bülow R., Neubüser J., Wondratschek H., Zassenhaus H. Crystallographic Groups of Four-dimensional Space. N. Y., 1978.

<sup>50</sup> Cochran W. The symmetry of real periodic two-dimensional function // *Acta Crystallographica*. 1952. Vol. 5.

- <sup>51</sup> Heesch H. Über die vierdimensionalen Gruppen der dreidimensionalen Raumes // Zeitschrift für Kristallographie. 1930. Bd 73.
- <sup>52</sup> Hurley A. C. Finite Rotation Groups and Crystal Classes in Four Dimensions // Proc. Camb. Phil. Soc. 1951. Vol. 47.
- <sup>53</sup> Le Corre Y. Les groupes de symétrie bicolore et leurs applications // Bulletin de Société française Minéralogique et Crystallographique. 1958. Vol. 81.
- <sup>54</sup> Mackay A. L. Extensions of space-group theory // Acta Crystallographica. 1957. Vol. 10.
- <sup>55</sup> Mackay A. L., Pawley G. S. On Bravais lattices in the four dimensions // Acta Crystallographica. 1963. Vol. 16.
- <sup>56</sup> Niggli A. Zur Systematik und gruppentheoretischen Ableitung der Symmetrie-, Antisymmetrie- und Entartungssymmetriegruppen // Zeitschrift für Kristallographie. 1959. Bd 111.
- <sup>57</sup> Niggli A., Wondratschek H. Eine Verallgemeinerung der Punktgruppen // Zeitschrift für Kristallographie. 1960. Bd 114; 1961. Bd 115.
- <sup>58</sup> Nowacki W. Überblick über «zweifarbige» Symmetriegruppen // Fortschritt Mineralog. 1960. Bd 38.
- <sup>59</sup> Van der Waerden B. L., Burckhardt J. J. Farbgruppen // Zeitschrift für Kristallographie. 1961. Bd 115.
- <sup>60</sup> Wittke O. The Colour-symmetry groups and cryptosymmetry groups associated with the 32 crystallographic point groups // Zeitschrift für Kristallographie. 1962. Bd 117.
- <sup>61</sup> Zamorzaev A. M., Palistrant A. F. Antisymmetry, its generalizations and geometrical applications // Zeitschrift für Kristallographie. 1980. Bd 151.

К главе 10 (с. 244—260)

- <sup>1</sup> Астахов К. В. Современное состояние периодической системы Д. И. Менделеева. М., 1969.
- <sup>2</sup> Гордеев Г. П. Завершенные формы периодичности и кластеры // Журнал общей химии. 1979. Вып. 12.
- <sup>3</sup> Григорович В. К. Периодический закон Менделеева и электронное строение металлов. М., 1966.
- <sup>4</sup> Дидык Ю. К. Вывод периодического закона на основе квантовой механики. Существование зеркально-симметричных подмножеств элементов // Сб. научных трудов Красноярского политехнического института (КПИ) и Норильского вечернего индустриального института (НВИИ) (Красноярск). 1973. № 15.
- <sup>5</sup> Дидык Ю. К., Артамонов Э. В., Васильев Б. К. К обоснованию оптимальных вариантов периодических систем и периодического закона // Сб. научных трудов КПИ и НВИИ (Красноярск). 1975. № 17.
- <sup>6</sup> Дидык Ю. К. К физико-математическому обоснованию кайносимметрии // Журнал общей химии. Т. XLIV (CVI). 1974. № 12.
- <sup>7</sup> Дидык Ю. К., Артамонов Э. В., Васильев Б. К. Зеркальная симметрия и матричные варианты периодических систем // Известия ТСХА. 1977. Вып. 2.
- <sup>8</sup> Дидык Ю. К. Законы симметрии и подобия, векторная модель атома и матричные варианты периодических систем // Сб. научных трудов Красноярского государственного университета (КГУ) и Норильского вечернего индустриального института (НВИИ) «Добыча и переработка руд цветных металлов». Норильск, 1979; Он же. О возможности существования квазиатомов и квазиядер // Там же.
- <sup>9</sup> Дидык Ю. К., Макареня А. А., Сухомлинов Б. Д. Эксперимен-

тальные подтверждения разделения множества элементов на два симметричных подмножества // Сб. научных трудов КГУ и НВИИ «Добыча и переработка руд цветных металлов». Норильск, 1978.

<sup>10</sup> Дидык Ю. К. Дейтрон-тритонный принцип формирования ядерной периодичности. Векторная модель и магнитная структура ядерных сил // Сб. научных трудов КГУ и НВИИ «Математическое и физическое моделирование...». Норильск, 1977.

<sup>11</sup> Дидык Ю. К. К электромагнитной структуре элементарных частиц // Известия вузов. Физика (Томск). 1965. № 6.

<sup>12</sup> Дидык Ю. К., Фигуровский Е. К. Магнитные моменты атомов в схеме LS-связи. Модификация правил Гунда и уточнение множителя Ланде // Сб. научных трудов КГУ и НВИИ «Математическое и физическое моделирование...». Норильск, 1977.

<sup>13</sup> Дидык Ю. К. Динамика электромагнитных вихрей... // Сб. научных трудов КГУ и НВИИ. Норильск, 1979.

<sup>14</sup> Дидык Ю. К. Принципы построения обобщенной квантовой макро- и микромеханики // Труды НВИИ. Физико-электротехнический выпуск (Красноярск). 1965. № 3.

<sup>15</sup> Дидык Ю. К., Астафьева Э. М. Квантование электромагнитных потоков в атоме — основа электроотрицательности // Журнал общей химии. 1981. Вып. 8.

<sup>16</sup> Дидык Ю. К. Спектр масс элементарных частиц в эффективной квантовой механике // Сб. научных трудов НВИИ. Физико-математический выпуск (Красноярск). 1970. № 7.

<sup>17</sup> Ельяшевич М. А. Периодический закон Д. И. Менделеева, спектры и строение атома: К истории физической интерпретации периодической системы элементов // Периодический закон и строение атома. М., 1971.

<sup>18</sup> Клечковский В. М. Распределение атомных электронов и правило последовательного заполнения  $(n+l)$ -групп. М., 1968.

<sup>19</sup> Макареня А. А. Д. И. Менделеев и физико-химические науки. М., 1972.

<sup>20</sup> Семишин В. И. Периодическая система химических элементов. М., 1972.

<sup>21</sup> Сыркин Я. К. Периодическая система и проблема валентности // 100 лет периодического закона химических элементов. М., 1971.

<sup>22</sup> Трифонов Д. Н. Структура и границы периодической системы. М., 1969.

<sup>23</sup> Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии. М., 1974.

<sup>24</sup> Урманцев Ю. А. Что может дать биологу представление объекта как системы в системе объектов того же рода? // Журнал общей биологии. 1978. Вып. 5.

К главе II (с. 260—274)

<sup>1</sup> Белоусов Л. В. Онтогенетическая модель рядов Фибоначчи в апикальных меристемах растений // Журнал общей биологии. 1976. Т. 37. № 6.

<sup>2</sup> Брайсон А., Хо Ю-ши. Прикладная теория оптимального уравнения. М., 1972.

<sup>3</sup> Брейтман М. Я. Введение в учение о пропорциях и конституциях человеческого тела. Л., 1924.

<sup>4</sup> Бунак В. В. Изменение относительной длины сегментов скелета конечностей человека в период роста // Известия АПН РСФСР. 1957. Вып. 84.

<sup>5</sup> Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1965.

<sup>6</sup> Вернадский В. И. Размышления натуралиста. Пространство и время в неживой и живой природе. М., 1975.

<sup>7</sup> Визгин В. П. Из истории конформной симметрии в физике // Историко-математические исследования. М., 1974. Вып. 19.

<sup>8</sup> Гурвич А. Г. Избранные труды. М., 1977.

<sup>9</sup> Заморзаев А. М., Галярский Э. И., Палистрант А. Ф. Цветная симметрия, ее обобщения и приложения. Кишинев, 1978.

<sup>10</sup> Ле Корбюзье Ш.-Э. Модульор. М., 1976.

<sup>11</sup> Мейен С. В., Соколов Б. С., Шрейдер Ю. А. Классическая и неклассическая биология: феномен Любищева // Вестник АН СССР. 1977. № 10.

<sup>12</sup> Петухов С. В. О геометрической теории полей объемного роста живых тел и ростовой биомеханике. Деп. в ВИНТИ 3.04.84, № 1842-84.

<sup>13</sup> Петухов С. В. Биомеханика, бионика и симметрия. М., 1981.

<sup>14</sup> Петухов С. В. Биологические симметрии на основе циклических групп нелинейных преобразований и концепция циклогенеза. Деп. в ВИНТИ 6.11.85, № 7754-В.

<sup>15</sup> Рохлин Д. Г. Рентгеноостеология и рентгеноантропология. Л.; М., 1936. Ч. 1.

<sup>16</sup> Урманцев Ю. А. Специфика пространственных и временных отношений в живой природе // Пространство, время, движение. М., 1971.

<sup>17</sup> Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии. М., 1974.

<sup>18</sup> Урманцев Ю. А. Опыт аксиоматического построения общей теории систем // Системные исследования. 1971. М., 1972.

<sup>19</sup> Урманцев Ю. А. Начала общей теории систем // Системный анализ и научное знание. М., 1978.

<sup>20</sup> Фрей-Висслинг А., Мюлеталер К. Ультраструктура растительной клетки. М., 1968.

<sup>21</sup> Шубников А. В. Симметрия подобия // Кристаллография. 1960. Т. 5. Вып. 4.

<sup>22</sup> McCulloch W. S. Embodiments of mind. Cambridge (Mass.), 1965.

<sup>23</sup> Meyen S. V. Plant morphology in its nomogenetical aspects // Bot. Review. 1973. Vol. 39.

<sup>24</sup> Petukhov S. V. Conformal symmetries as a candidate for the role of the living substances basic group of symmetries // Abstracts of VIII International congress of biomechanics. Japan, Nagoiya, 1981. P. 183.

<sup>25</sup> Petukhov S. V. Non-euclidean symmetries in biological structures and theory of cyclogenesis // Abstracts of Symposium «Biomechanics of human movement. Applications to ergonomics, sport and rehabilitation», 16—21 June 1986, Formia, Italy. 1986. P. 61.

<sup>26</sup> Petukhov S. V. Non-linear symmetries in biological structures and theory of cyclogenesis in biomechanics // Abstracts of V Meeting of European Society of biomechanics, 1986. West Berlin, 1986. P. 82.

<sup>27</sup> Thompson D'Arcy W. On growth and form // Cambridge Univ. Press. 1942.

К главе 12 (с. 274—292)

<sup>1</sup> Артемьев Ю. И. Закон формы или структуры фундаментальных классификационных систем. Деп. в ИНИОН АН СССР. 23.01.87. № 28010.

<sup>2</sup> Артемьев Ю. И. Закономерность структур систем обобщений. Деп. в ИНИОН АН СССР. 11.12.86. № 27651.

<sup>3</sup> *Артемов Ю. И., Марутаев М. А.* Музыкальный ряд в таблице Менделеева // 13-й Международный конгресс по истории науки (СССР. 18—24 авг. 1971. Материалы по истории химии и биологии). М., 1971.

<sup>4</sup> *Артемов Ю. И.* Природа — форма — драматургия // Число и мысль. 1984. № 7.

<sup>5</sup> *Артемов Ю. И.* О совершенстве систем обобщений. Деп. в ИНИОН АН СССР. 29.08.84. № 18085.

<sup>6</sup> *Артемов Ю. И.* О закономерности совершенства систем обобщений. Деп. в ИНИОН АН СССР. 04.06.85. № 20983.

<sup>7</sup> *Бергаланфи Л.* Общая теория систем — обзор проблем и результатов // Системные исследования. М., 1969.

<sup>8</sup> *Кастлер М.* О поиске музыкальной информации // Искусство и ЭВМ. М., 1975.

<sup>9</sup> *Марутаев М. А.* О гармонии как закономерности // Принципы симметрии. М., 1978.

<sup>10</sup> *Моль А.* Искусство и ЭВМ // Искусство и ЭВМ.

<sup>11</sup> *Месарович М., Такахара М.* Общая теория систем: математические основы.

<sup>12</sup> *Уемов А. И.* Системный подход и общая теория систем.

<sup>13</sup> *Урманцев Ю. А.* Симметрия природы и природа симметрии. М., 1974.

<sup>14</sup> *Урманцев Ю. А.* Начала общей теории систем // Системный анализ и научное знание.

<sup>15</sup> *Фукс В.* По всем правилам искусства. Точные методы в исследованиях литературы, музыки и изобразительного искусства // Искусство и ЭВМ.

К Заклчению (с. 293—298)

<sup>1</sup> *Горбачев М. С.* Избр. речи и статьи. Т. 2. М., 1987. С. 266.

<sup>2</sup> Материалы XXVII съезда КПСС. М., 1986. С. 168.



# ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Введение</i> . . . . .	3
<b>Раздел I. Система и хаос. Полиморфизм и изоморфизм</b> . . . . .	10
Глава 1. Актуальные вопросы разработки общей теории систем (В. С. Тютин) . . . . .	—
Глава 2. Общая теория систем: состояние, приложения и перспективы развития (Ю. А. Урманцев) . . . . .	38
Глава 3. Системный подход и эволюционика (Ю. С. Ларин) . . . . .	124
Глава 4. Критика антропоморфизма в биологии (В. Я. Далин) . . . . .	144
Глава 5. Применение системного анализа в геологии (И. П. Шараров) . . . . .	156
Глава 6. Теория иерархических пространств (К согласованию системной и физической картин мира) (А. В. Маликов) . . . . .	171
<b>Раздел II. Симметрия и диссимметрия. Гармония и дисгармония</b> . . . . .	191
Глава 7. Симметрия и асимметрия как категории ОТС: их природа и соотношение (Ю. А. Урманцев) . . . . .	—
Глава 8. Принцип причинности, системный подход и симметрия (В. А. Копчик) . . . . .	200
Глава 9. Применение обобщений антисимметрии и цветной симметрии к выводу новых дискретных групп геометрических преобразований (А. М. Заморзаев) . . . . .	227
Глава 10. Периодические системы элементов, законы сохранения и соответствующие группы подобия (Ю. К. Дидык) . . . . .	244
Глава 11. Высшие симметрии, преобразования и инварианты в биологических объектах (С. В. Петухов) . . . . .	260
Глава 12. О совершенстве композиций систем научных и художественных обобщений (Ю. И. Артемьев) . . . . .	274
Заключение . . . . .	293
Литература . . . . .	299

**Система. Симметрия. Гармония/Под ред.**  
С40 В. С. Тюхтина, Ю. А. Урманцева.— М.: Мысль,  
1988.— 315, [2] с.

ISBN 5-244-00190-6

В книге на базе ОТС Ю. А. Урманцева раскрывается практическое и теоретическое значение системного подхода для решения разнообразных философских и естественнонаучных проблем. Об этом рассказывают авторы — философы, биологи, геологи, химики, кристаллографы, физики, математики.

Книга рассчитана на ученых — обществоведов, естествоиспытателей, аспирантов, студентов, а также всех занимающихся техническими разработками, проблемами управления.

С 0302020100-183  
004(01)-88 6-87

ББК 20

## **СИСТЕМА. СИММЕТРИЯ. ГАРМОНИЯ**

*Заведующая редакцией В. Е. ВИКТОРОВА*  
*Редактор А. Г. ГРИДЧИНА*  
*Младший редактор О. А. РЯБЧЕНКО*  
*Оформление художника С. Ю. БИРИЧЕВА*  
*Художественный редактор Н. А. УШАЦКАЯ*  
*Технический редактор Н. Ф. ФЕДОРОВА*  
*Корректор Т. М. ШПИЛЕНКО*

ИБ № 2124

Сдано в набор 05.01.87. Подписано в печать 30.11.87. А 09221. Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага кн.-журн. Литерат. гарн. Высокая печать. Усл. печатных листов 16,8. Усл. кр.-отт. 17,22. Учетно-издательских листов 19,93. Тираж 11 000 экз. Заказ № 727. Цена 1 р. 90 к.

Издательство «Мысль». 117071, Москва, В-71, Ленинский проспект, 15.

Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Чкаловский пр., 15.

---

## *НОВАЯ КНИГА*

---

*В 1988 г. издательство «Мысль»  
выпускает в свет:*

*ДИАЛЕКТИКА ПОЗНАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ* / Под ред.  
д-ра филос. наук В. С. Тютюна. — 18 л. — 1 р. 50 к.

В книге раскрываются диалектические закономерности в строении, функционировании и развитии сложных системных объектов в неживой, живой природе, обществе и технике, а также особенности их познания, подчеркивается неразрывное единство диалектического и системного подходов к их исследованию.

Для философов, представителей общественных, естественных и технических наук.