

АРМЕН ТАХТАДЖЯН

PRINCIPIA TESTOLOGICA

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ
И ТРАНСФОРМАЦИИ
СЛОЖНЫХ СИСТЕМ:
ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД

АРМЕН ТАХТАДЖЯН
PRINCIPIA TECTOLOGICA

PRINCIPIA TECTOLOGICA
PRINCIPLES OF ORGANIZATION
AND TRANSFORMATION
OF COMPLEX SYSTEMS:
AN EVOLUTIONARY APPROACH

ARMEN TAKHTAJAN

Second edition

St. Petersburg
SPCPA Press
2001

PRINCIPIA TESTOLOGICA

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ
И ТРАНСФОРМАЦИИ
СЛОЖНЫХ СИСТЕМ:
ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД

АРМЕН ТАХТАДЖЯН

Издание 2-е, переработанное и дополненное

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
Издательство СПХФА
2001

УДК 573.22

ББК 65.02

В73

T24 Тахтаджян А. Л. Principia tectologica. Принципы организации и трансформации сложных систем: эволюционный подход. Изд. 2-е, доп. и перераб. СПб.: Издательство СПХФА, 2001. — 121 с.

ISBN 5-8085-0119-9

Книга представляет собой краткий очерк принципов универсальной науки — тектологии. В ней особое внимание уделено разработанным автором проблемам трансформации сложных систем, главным образом, биологических и социальных. В приложении автор рассматривает два возможных сценария трансформации человеческого общества.

Для читателей, интересующихся общими вопросами науки.

ISBN 5-8085-0119-9

© А. Л. Тахтаджян, 2001

Все права защищены. Данная книга, как и любая ее часть, не может быть воспроизведена любым способом без письменного разрешения автора

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ко 2-ому изданию	9
Предисловие	11
1. Введение	15
2. Изоморфизм и гомоморфизм систем	35
3. Структурные типы систем	37
Открытые и замкнутые системы	37
Системы фиксированных и вероятностных ограничений	38
Гетерогенные и гомогенные системы	39
Непрерывные и дискретные системы	39
Равновесные и неравновесные системы	40
4. Устойчивость систем	41
Количественная и структурная устойчивость	41
Основные типы структурной устойчивости	42
Принцип наименьших сопротивлений (закон минимума)	43
Принцип концентрированного действия	45
Относительная устойчивость компактных и рыхлых систем	46
Устойчивость скелетных систем	47
5. Элементарные процессы преобразования систем	50
Изменчивость	50
Конъюнкция и дизъюнкция	52
Основные типы конъюнкции	52
Дизъюнкция	54
Коммуникация	54
Изменение количества элементов	54
Полимеризация и олигомеризация	55
Перестановка элементов	56
Коллизия и распад	57
Переключение (коммутация)	57
Триггерный механизм	57
Триггерная и коммутативная роль случайных событий (принцип Пуанкаре)	58
Дивергенция	59
Параллельные и конвергентные преобразования	60
Гетерохрония и принцип гетеробатмии	61
Аллометрия и неотения	62
6. Универсальный механизм отбора	63

Модусы отбора	68
Матричный отбор при постоянной матрице	70
Матричный отбор при переменной матрице или комбинации матриц	71
Отбор на основе шумов в матрице	72
Дрейф репликаторов и отбор	72
7. Возникновение порядка из хаоса в результате отбора	76
8. Отбор и регуляция в системах подвижного равновесия	77
Обобщенный принцип Ле Шателье	77
Бирегуляция	79
9. Системные кризисы, мутации и катастрофы	81
10. Дифференциация и интеграция	87
Принцип дифференциации	88
Принцип необратимости (обобщенный закон Долло)	88
Принцип комплементарности	89
Стратификация	90
Дисгармонии и антагонизмы системной дифференциации	90
Принцип интеграции	92
Структурные типы интеграции	93
11. Стратегии адаптивных преобразований	97
Системный прогресс	99
Частный прогресс	102
Узкая специализация	103
Регресс	104
12. Заключение	105
Приложение: Тектология и общество	108
Литература	113

CONTENTS

Preface to the 1 st edition	9
Preface	11
1. Introduction	15
2. Isomorphism and Homomorphism	35
3. The Structural Types of Systems	37
Open and Closed Systems	37
Systems of Fixed and Probability Constrains	38
Heterogeneous and Homogeneous Systems	39
Continuous and Discrete Systems	39
Balanced and Unbalanced Systems	40
4. Stability of Systems	41
Quantitative and Structural Stability	41
Basic Types of Structural Stability	42
The Law of the Minimum	43
The Principle of the Concentrated Action	45
The Relative Stability of the Compact and Loose Systems	46
Stability of the Skeletal Systems	47
5. Elementary Processes of the Systems Transformation	50
Variability	50
Conjunction and Disjunction	52
Basic Types of Conjunction	52
Disjunction	54
Communication	54
Change of the Quantity of Elements	54
Polymerization and Oligomerization	55
Replacement of Elements	56
Collision and Collapse	57
Commutation	57
Trigger Mechanism	57
The Principle of Poincare	58
Divergence	59
Parallel and Convergent Transformations	59
Heterochronia and the Principle of Heterobathmia	60
Allometry and Neoteny	61
6. The Universal Mechanism of Selection	62
	63

Modes of Selection	68
The Matrix Selection by the Constant Matrix	70
The Matrix Selection by the Variable Matrix or by the Combination of Matrices	71
Selection on the bases of the Noises in the Matrix	72
7. Origin of the Order from Chaos on the base of Selection	72
8. Selection and Regulation in the Systems of Dynamic Equilibrium	76
Generalized Principle of Le Chatelier	77
Bi-regulation	77
9. Systems Crises Mutations and Catastrophes	81
10. Differentiation and Integration	87
The Principle of Differentiation	88
The Principle of Irreversibility (generalized law of Dollo)	88
The Principle of Complementarity	89
Stratification	90
Disharmonies and Antagonisms of Systemic Differentiation	90
The Principle of Integration	92
The Structural Types of Integration	93
11. Strategies of Adaptive Transformations	97
Systemic Progress	99
Partial Progress	102
Narrow Specializations	103
Regress	104
12. Conclusion	105
Appendix: Tectology and Society	108
References	113

ПРЕДИСЛОВИЕ КО 2-му ИЗДАНИЮ

Несмотря на то, что прошло всего лишь 2 года с момента выхода в свет первого издания этой книги, автору пришлось внести в текст книги значительные изменения. Продолжая разрабатывать некоторые наиболее близкие мне проблемы тектологии, особенно эволюционные аспекты, я внес существенные изменения в некоторые формулировки и снабдил текст рядом новых примеров. Наконец, вторая часть Заключения первого издания выделена в отдельное Приложение.

Автор

Май 2000

ПРЕДИСЛОВИЕ

Идею универсальной науки о всеобщих принципах организации Александр Богданов пропагандировал еще до выхода в свет в 1913 году его «Всеобщей организационной науки (тектологии)». В фантастическом романе «Инженер Мэнни» (1912) он следующим образом излагает свое понимание предмета и задач этой науки. Вокруг одного из главных героев романа, инженера и ученого Нэтти, создалась целая «культурно-революционная школа», работавшая над созданием «Рабочей энциклопедии», которая «послужила затем опорой и знаменем идейного единства пролетариата». На этом пути Нэтти «пришел к своему величайшему открытию, — положил начало всеобщей организационной науке». Далее мы читаем как Нэтти (подразумевается Богданов) пришел к этому открытию. «Он искал упрощения и объединения научных методов, а для этого изучал и сопоставлял самые различные приемы, применяемые человечеством в его познании и труде: оказалось, что те и другие находятся в самом тесном родстве, что методы теоретические возникли всецело из практических, и что все их можно свести к немногим простым схемам. Когда же Нэтти сравнил эти схемы с различными жизненными сочетаниями в природе, с теми способами, посредством которых она стихийно образует устойчивые и развивающиеся системы, то его опять поразил ряд сходств и совпадений. В конце концов, у него получился такой вывод: как ни различны элементы Вселенной, — электроны, атомы, вещи, люди, идеи, планеты, звезды, — и как ни различны по внешности их комбинации, но возможно установить небольшое число общих методов, по которым эти какие угодно элементы соединяются между собою, как в стихийном процессе природы, так и в человеческой деятельности. Нэтти удалось отчетливо определить три основные из этих «универсальных организационных методов»; его ученики пошли дальше, развили и точнее исследовали полученные выводы. Так возникла всеобщая наука, быстро охватившая весь организационный опыт человечества. Прежняя философия была ни чем иным, как смутным предчувствием этой науки; а законы природы, общественной жизни и мышления, найденные разными специальными науками, оказались частичными выражениями ее принципов в отдельных областях». Богданов дает здесь достаточно ясное определение предмета и задач созданной им всеобщей организационной науки, которую он называет также «универсальной наукой».

Появившиеся друг за другом три части «Всеобщей организационной науки» захватывают своим космическим универсализмом, грандиозностью замысла, новизной многих идей и логической стройностью. Правда, очень спорны и даже неприемлемы некоторые исходные положения созданной Богдановым универсальной науки. Кроме того, далеко не все примеры, иллюстрирующие те или иные положения тектологии удачны, а некоторые просто не соответствуют уровню науки того времени, как, например, признание наследования благоприобретенных признаков, полностью опровергнутое генетикой. Но больше всего бросается в глаза сильно выраженный идеологизированность всего содержания книги, связанный с его марксистским мировоззрением, особенно с его идеей особой «пролетарской культуры». Как писал Богданов в конце романа «Инженер Мэппи», «как еще раньше естествознание было орудием научной техники, так теперь универсальная наука явилась орудием научного построения социальной жизни в ее целом. Еще раньше та же наука нашла широкое применение в развитии организаций рабочего класса, их подготовке к последней, решающей борьбе». Более того, он считал, что все-организационный, тектологический способ мышления имеет свою социальную базу в пролетариате, «а классам, воспитанным на анархии производственных отношений, тектологическая точка зрения чужда». По его мнению, «их мышление не может понимать эти закономерности, как структурно-организационные, а воспринимает их только как аналогии соотношений, формул, механизмов в разных областях явлений. Оно способно создать не тектологию, а только учение об аналогиях». О сербском ученом Михаиле Петровиче, авторе книги об аналогиях, он пишет, что поставить задачу шире он не мог «благодаря буржуазно-научному воспитанию» (см. его рецензию на книгу М. Петровича в третьей части «Всеобщей организационной науки», 1929). Эта нелепая концепция классового характера науки развивается как на страницах «Тектологии», так и во многих других работах Богданова. Кстати, сам Богданов отнюдь не был представителем пролетариата и не получал «пролетарского воспитания», а его тектология была в сущности синтезом и дальнейшим развитием трудов «буржуазных» ученых, в том числе «архибуржуазного» для марксистов Герберта Спенсера.

В заключение несколько слов о самом авторе тектологии Александре Александровиче Малиновском (1873–1928), писавшем под псевдонимом Богданов, личности очень сложной и противоречивой. Он был, несомненно, исключительно одаренной, творческой личностью

и одним из наиболее широко образованных людей своего времени. Богданов сделал очень много, но мог бы сделать еще больше, если бы не его многолетняя политическая деятельность, направлявшая его незаурядные интеллектуальные силы на иные цели. Можно только сожалеть, что столь много времени и сил он отдал делу, которое в результате привело страну в пучину бедствий и к краху набиравшей силы российской демократии. Я не перестаю удивляться тому, что этот высоко культурный и глубоко гуманный человек мог в течение ряда лет быть политическим союзником такой зловещей личности как Владимир Ульянов и работать в атмосфере политических интриг, склок и дразг, а иногда даже уголовщины прямых последователей «Бесов» Достоевского. Верится с трудом, что автор тектологии некоторое время был активным членом «криминального крыла» (выражение Троцкого), куда, кроме него, входили большевистский деятель Л. Б. Красин и сам Ленин и задачей которого была организация ограбления банков с целью пополнения партийной кассы (см. Н. С. Антонова и Н. В. Дроздова, Неизвестный Богданов, книга 2. стр. 99–242). Хотя официально большевики отрицали террор, но грабительский захват власти вместе с последующими событиями были серией кровавых террористических актов.

К счастью для Богданова и для науки, начиная с 1909 года он все дальше отходит от большевизма. Он не ратовал за химерические идеи «диктатуры пролетариата» и «мировой революции» и в идейном отношении был в оппозиции к новому режиму. В письме от 19 ноября 1917 г. своему давнишнему другу Анатолию Луначарскому он писал, что в России «солдатско-коммунистическая революция есть нечто, скорее противоположное социалистической, чем ее приближающее». В этих словах звучало глубокое разочарование, еще больше оттолкнувшее его от большевиков.

Для Богданова была характерна глубокая преданность учению Карла Маркса, которого он считал «самым сильным мозгом XIX века» и «гением пролетарского мира» (а Дарвина, соответственно, «гением буржуазного мира») и фанатическая вера в коммунистическое будущее человечества, особенно ярко выраженная в его романе-утопии «Красная звезда». Его преданность идее коллективистического общества была так велика, что в обменном переливании крови, которым он занимался в последние годы своей жизни, он видел своего рода «физиологический коллективизм». Эта вера в коммунистическую утопию носила характер своеобразной *idée fixe*, глубоко укоренившейся и неотступно владевшей им всю жизнь.

Богданов не понимал и вряд ли мог понять, что социализм неизбежно ведет к деспотизму и рабству, что уже давно гениально предвидел Герберт Спенсер, правда, не он один. Эта идеологическая ангажированность Богданова отразилась на всех его работах, что особенно бросается в глаза современному читателю. Я, вероятно, не ошибусь, если скажу, что Александр Богданов был последний великий утопист.

В предлагаемой вниманию читателя книге я пытаюсь развивать дальше и модернизировать мою концепцию тектологии, опубликованную четверть века тому назад в сборнике «Системные исследования». Наряду с моими исследованиями в области эволюционной биологии и в значительной степени в связи с ними я продолжал разрабатывать некоторые фундаментальные проблемы тектологии. Кроме того, за последние десятилетия наметился ряд новых подходов к интеграции науки, которые в той или иной степени оказались полезны для дальнейшего развития универсальной науки — тектологии. Будучи по своей основной специальности эволюционным биологом, я делаю эмфазу на универсальных закономерностях трансформационных процессов, относительно наименее разработанных в тектологии.

В заключение считаю необходимым отметить, что мои мировоззренческие ориентиры сильно отличаются от богдановских, от его мессианского романтизма и приверженности к марксистским догмам, что не могло не отразиться на логической структуре обеих версий тектологии. Тем не менее в содержательной их части между ними гораздо больше общего, чем различий.

24 ноября 1997 г.

1. ВВЕДЕНИЕ

Через всю историю науки проходят две взаимодополняющие тенденции — возрастающая специализация и возрастающее стремление к интеграции. Наряду с дифференциацией науки, ее дроблением на множество нередко очень специализированных дисциплин, происходит также ее постепенная интеграция, основанная на сближении научных методов, идей и концепций и стремлении взглянуть на внешне разнородные явления с единой точки зрения. Одним из важнейших значений интеграции науки является упрощение как обработки, так и поиска информации. Наука освобождается от избыточности методов, моделей и концепций и ее архитектура выигрывает в своей простоте и изяществе. Как показывает история науки, главный путь к интеграции лежит через возникновение «междисциплинарных дисциплин», перебрасывающих мосты между традиционными специальностями и тем самым открывающих путь к созданию универсальной науки, призванной служить своего рода каркасом, объединяющим раздробленные науки в единое целое. Чем более интегрирована наука, тем более она отвечает критерию простоты и экономии (парсимонии), кратко сформулированному еще английским схоластом Уильямом Оккамом (W. Ockham, 1290–1350) и известному как «бритва Оккама».

По мере расчленения науки на отдельные дисциплины между ними становится меньше связей, затрудняется обмен информацией и часто о сходных вещах и одинаковых методах говорят на разных языках, что затрудняет междисциплинарные исследования. Если Чарлз Дарвин мог с одинаковым успехом заниматься исследованиями в области зоологии, ботаники, антропологии и геологии, то уже к концу столетия и даже раньше это уже становится невозможным, особенно для людей менее одаренных. Если в прошлом были специалисты по биологии в целом, то постепенно биология не только разделилась на протистологию, ботанику, зоологию и микологию, но и они, в свою очередь, разбились на множество отдельных специальностей. При этом каждая из этих специальностей настолько загромождена фактическим материалом, что обычно заполняет целую жизнь и лишь отдельные, особо одаренные ученые способны одновременно или поочередно работать в двух или нескольких областях. Почти неизбежным результатом узкой специализации является профессиональная ограниченность, которая

выражается в ограничении умственного кругозора, в уменьшении способности понимать то, что лежит вне данной специальности. И хотя любая узкая специализация имеет свои специфические преимущества, она, тем не менее, не способствует общему прогрессу науки.

Начавшиеся еще в прошлом интегративные тенденции все сильнее проявляются и наши дни, что в значительной и все возрастающей степени связано с развитием компьютерно-коммуникационной технологии и возникновением мировой информационной сети — Интернета. Все чаще наблюдается стремление к постановке новых задач более высокого уровня общности вплоть до задач универсально-обобщенных, объединяющих часто очень далекие друг от друга науки. Постепенно вырабатываются общие понятия и концепции, общий язык и терминология. Для современной науки характерен возрастающий интерес к поискам принципиальной структурной общности самых разнородных систем и общих механизмов самых различных явлений, что ведет к интеграции науки, ее логической стройности и единству, что, в конечном счете приводит к более глубокому пониманию единства мира. Идея общих моделей разнородных явлений, изоморфизма структур разных уровней организации, все глубже овладевает современным научным мышлением. Получает все более широкое понимание, что существование общих принципов и моделей в разных областях позволяет переносить их из одной области в другую, что способствует общему прогрессу науки. Интеграция науки мыслится не как редукция всех наук к физике (редукционизм), а как изоморфизм систем с разной природой их элементов, структур разных уровней организации. Наличие изоморфизмов самых разнородных систем «играет определенную эвристическую роль, так как они не только характеризуют концептуальный каркас науки нашего времени, но и облегчают выбор направлений конкретных исследований, открывают возможность избегать дублирования теоретических исследований и т. д.» (Блауберг, Садовский и Юдин 1969а : 23).

Еще Вильгельм Виндельбанд (Windelband 1894, 1904, Виндельбанд 1904) и Генрих Риккерт (Rickert 1899, Риккерт 1911) различали генерализирующие, или номотетические (законопо-лагающие) науки и индивидуализирующие, или идиографические науки. В то время как первые изучают законы «повторяющихся явлений, способ действия которых всегда одинаков», вторые занимаются изучением неповторяющихся фактов, стремятся понять единичные явления.

Однако, Виндельбанд подчеркивал, что противопоставляя номотетические науки идиографическим, он желал лишь обозначить полярные пункты, посредине между которыми имеет место методическая работа многочисленных наук. Очевидно, интеграция происходит именно по линии номотетических наук, хотя это не может не отразиться и на науках идиографических. Ведь единичные события также подчиняются определенным законам. Однако тектология является наукой строго номотетической.

Интересно, что наблюдаются определенные различия в менталитете представителей номотетических и идиографических наук. Еще Гёте различал два типа мышления. Он считал очевидным различие между теми, кто разделяет все единичное и отдельно излагает его, и теми, кто направляет свой взор на общее и охотно приобщил бы к нему и включил бы в него все частное. Первых Гёте называет сингуляристами, а вторых — универсалистами. Представители идиографических наук чаще всего являются сингуляристами, в то время как универсалисты обычны среди представителей номотетических наук. Сам Гёте был представителем универсалистов. «Интеграторы» науки, как Герберт Спенсер и Александр Богданов, были типичными универсалистами. Характерно, что их противниками являются чаще всего сингуляристы, для которых самое сильное возражение против общих теорий очень высокого уровня общности есть их универсальность, их предельная абстрактность.

Необходимость изучения общих моделей и механизмов разнородных явлений сознавалась уже давно, и уже давно научная мысль стремилась к выяснению структурного единства окружающего нас мира. Теория эволюции Дарвина открыла новые возможности в построении общих моделей трансформационных процессов в природе и в человеческом обществе. Первая попытка создания некоей универсально-обобщенной эволюционной концепции, первого в прошлом веке прообраза тектологии, принадлежала одному из наиболее выдающихся мыслителей XIX века Герберту Спенсеру. В своих «First Principles» (Spencer 1862, 1900) он писал, что с каждым годом устанавливается все больше связей между порядками явлений, которые кажутся не имеющими между собой никаких отношений («Year by year connections are established among orders of phenomena that appear unallied; and these connections, multiplying and strengthening, gradually bring the seemingly unallied orders under

a common bond», Spencer 1900 : 296). Он считал, что история науки показывает — интеграция является самой существенной частью научного прогресса «And if there is such a thing as that which we here understand by Philosophy, there must eventually be reached a universal integration» (р. 297). Он стремился дать высшие обобщения новейшей науки, истинные не только для одного порядка явлений, но и для всех порядков, и могущие поэтому служить для объяснения всех порядков явлений. По мнению Спенсера, объединение знания должно происходить путем подведения менее широких классов явлений под более широкие. Интегрированную форму знания он объявляет самой совершенной. Ряд выдвинутых им универсальных эволюционных принципов и обобщений сохраняет свое значение и для современной науки. Более того, некоторые из выдвинутых им универсальных принципов, как например, принципы дифференциации и интеграции, принцип наименьших сопротивлений, или теория подвижного равновесия, и др., вошли в переработанной форме в тектологию. Одной из центральных идей эволюционной теории Спенсера является обобщенный принцип Карла фон Бэра о переходе гомогенного состояния в гетерогенное в индивидуальном развитии организмов. По Спенсеру, этому принципу подчиняется эволюция Солнечной системы, биологических видов, человеческого общества, индустрии, искусства, языка и науки. Он считает, что однородный агрегат неизбежно должен потерять свою однородность вследствие того, что части его подвергаются влияниям сторонних сил. Повсюду проявляющаяся неустойчивость однородного сказывается также в каждой осязаемой части однородного целого. Всякая дифференцированная часть служит не только центром новых дифференциаций, но и источником их, ибо увеличивает разнообразие порождаемых ими следствий. Это умножение следствий (multiplication of effects) прослеживается во всем мире, причем по мере прогресса разнородности умножение следствий идет в геометрической прогрессии. Особое место в построениях Спенсера занимает теория равновесия. По Спенсеру, повсюду наблюдается стремление к равновесию. Спенсер развивает идею подвижного равновесия (moving equilibrium) и связанную с ней идею открытых систем.

Более того, Спенсер подошел очень близко к основной идее принципа Ле Шателье. Эти подвижные равновесия, пишет он, обладают известной способностью сохраняться (these moving equilibria

have certain self-conserving powers), которая проявляется в том, что возмущение нейтрализуется и происходит приспособление равновесия к новым условиям (shown in the neutralization of perturbations, and in the adjustment to new conditions). Этот общий принцип равновесия, как и все другие принципы, прослеживается во всех формах развития, астрономической, геологической, психологической, социальной (Spencer 1900 : 504–505). Спенсер четко формулирует закон наименьшего сопротивления, согласно которому «все предметы движутся по линии наименьшего сопротивления». В качестве примера он приводит рост корня, пролагающего себе путь в почве. Он также считает, что с динамической точки зрения естественный отбор в развитии видов подразумевает изменения по линии наименьшего сопротивления. Спенсер подчеркивает, что так происходит «во всех порядках бытия», начиная со звезд и кончая нервными актами и промышленными действиями. Особое значение придает Спенсер ритмичности движения, всякого рода колебательным, волнообразным процессам. Он указывает, что такие движения производятся обыкновенно несколькими действующими силами, различающимися по быстроте. Ритм, по Спенсеру, проявляется всюду, где сталкиваются две противоположные силы. Если противоположные силы образуют в данной точке противовес одна другой, то наступает покой, а в отсутствие движения, естественно, не может быть и ритма. Свою универсально-обобщенную теорию эволюции Спенсер считал философией, однако философией, освобожденной от всех диссонирующих (discordant) элементов. «Science is partially-unified knowledge; Philosophy is completely-unified knowledge» (Spencer 1900 : 119).

К сожалению, популярная в свое время, универсальная теория эволюции Спенсера большинством последующих универсалистов не была оценена по достоинству. Богданов упоминает ее только вскользь и придает ей даже меньшее значение, чем устаревшей и скорее метафизической, чем научной (см. Берман 1908 и Popper 1963) материалистической диалектике, а Берталанфи не упоминает ее вовсе. Отношение Богданова объясняется, вероятно, тем, что Спенсер относился к социализму резко отрицательно. Он высказывал убеждение, что социализм остановит развитие высокоразвитого государства и повернет вспять развитие менее развитого. В отличие от Богданова, в социализме Спенсер пророчески видел величайшее несчастье, которое когда-либо переживало человечество, поскольку социализм кончится самой резкой формой деспотизма.

По мнению английского философа и историка Д. Уайта (1995), по-видимому, другим предшественником Богданова был немецкий философ, социолог и филолог Людвиг Нуаре (Noiré 1874, 1875, 1877). По его мнению, Нуаре пытался следовать более ранним философам природы, соединяя современное научное знание вместе с абстрактными философскими понятиями в единую систему. Он считает, что хотя в попытке создать новую систему Нуаре преуспел лишь частично, его работы могли повлиять на Богданова. Так, Богданов, вслед за Нуаре, придавал большое значение отбору, считая, что отбор может действовать в любой сфере бытия и на любом уровне. У Богданова нет ссылок на философские работы Нуаре, но он нередко ссылается на книгу Нуаре о происхождении языка и принимает его взгляды. Но есть больше оснований считать, что на Богданова мог повлиять известный французский биолог и мыслитель Ле Дантек, который высказывал мысли, очень созвучные основной идее тектологии. Так, в книге об основных начлах биологии, вышедшей в 1906 году (русский перевод 1910 г.), вот что он пишет в главе, озаглавленной «Явления природы могут быть сгруппированы в параллельные ряды различных масштабов»: «Странная вещь! Природа, которую мы охотно считаем такой богатой, имеет в своем распоряжении только небольшое число схем, которые при сравнении соответственных членов параллельных рядов, оказываются настолько близкими между собой, что математическая формула, применяемая к одному ряду, может употребляться для другого без больших изменений».

Не без влияния Спенсера, к оригинальной универсально-обобщенной эволюционной концепции пришел выдающийся кристаллограф Евграф Федоров. Он создал учение об общих законах совершенствования в природе, названную им «перфекционизмом», которую он изложил еще в середине 70-х годов прошлого столетия, но опубликовал только в 1906 году. По Федорову (1906 : 29) в науке идут одновременно два процесса — «усложнение наук, то есть, так сказать, дробление человеческого интеллекта на коробочки», и объединение знаний, «два процесса, соответствующие двум факторам эволюции по Спенсеру — дифференциации и интеграции». На нескольких примерах Федоров показывает «путь понимания полного объединения, исходя из частного объединения знания в пределах некоторых узких рамок» (стр. 31). В качестве одного из таких примеров он приводит физический закон равенства действия

и противодействия. По Федорову, «с течением времени область применения этого закона расширялась все больше и больше, и теперь этот закон, больше, чем какой-нибудь другой, захватывает собою все поле человеческого ведения» (стр. 38). Особенно важным, по его мнению, оказалось применение его в области электрических и магнитных явлений. При этом он ссылается на правило, или закон Ленца, согласно которому возникающий в замкнутом контуре индукционный ток, т. е. ток, возникающий вследствие электромагнитной индукции, направлен так, что создаваемый им поток магнитной индукции через площадь ограниченную контуром, стремится препятствовать тому изменению потока, которое вызывает данный ток. По мнению Федорова, законы этих соотношений, сформулированные Ленцем, «сыграли в истории науки значительную роль, возбудив в людях науки философское стремление идти дальше в объединении этого закона и даже идти до той стадии «вполне объединенного» знания, которое вполне соответствует идеалу философии. В сфере всякого рода соотношений физических сил, закон этот получил название закона Ле Шателье, и сослужил огромную службу прогрессу физической химии. Но на деле уже теперь его применяют к явлениям всяких разрядов, не исключая биологических, психических и социальных... Особенно изящно и поучительно применение его в биологии. На всякий организм действует очень много влияний, и в том числе очень вредных, грозящих его разрушить. Если эти вредные влияния вызывают в организме равный по силе отпор, то вредное влияние нейтрализуется и устойчивость организма сохраняется; если отпор оказывается недостаточным, то организм погибает, что физически соответствует случаю, когда давление, вызываемое телом больше, чем сопротивление, какое ему оказывает другое тело; в этом случае инерция преодолевается, и другое тело приходит в движение, раздробляется и т. под. Но так как именно организмы обладают замечательной устойчивостью в течение известного времени, то в силу этого закона нужно вывести, что в них имеется механизм, вырабатывающий равный всякому данному влиянию отпор. Разъяснением этого механизма явилась фагоцитная теория, доставившая славу Мечникову. В социальной сфере правительство или законодательная власть оказывает известное влияние на жизнь социальной среды и последняя, в силу этого закона, на всякое действие этих факторов отвечает равным противодействием или же ее устойчивость нарушается,

и она преобразуется» (стр. 40). Таким образом, Федоров одним из первых придал закону Ле Шателье универсальный характер, предвосхитив таким образом один из фундаментальных принципов тектологии. В этой работе Федоров пытается наметить «путь подхода к вполне объединенному знанию» (стр. 43), которое, вслед за Спенсером, он называет философией. За два года до кончины Федоров публикует очень интересную статью «Человек и природа», в которой отмечает, что отличительная черта XX столетия состоит «в каком-то особенном напряжении развития науки, в появлении глубоких новых отраслей знания, в исчезновении перегородок, разделяющих разные отрасли знания и жизни» (Федоров 1917 : 423).

Независимо от Федорова химик В. Банкрофт (Walcroft 1911) также выступает с идеей о том, что принцип Ле Шателье в физической химии является в действительности универсальным. Он известен в разных областях науки под разными названиями. Химики называют его принципом Ле Шателье, а физики называют его теоремой Де Мопертюи или принципом наименьшего действия. Биологам он известен как закон выживания наиболее приспособленных, в то время как экономист говорит о законе предложения и спроса. Самое широкое его определение таково: организм стремится к изменению таким образом, чтобы свести к минимуму внешнее нарушение. Банкрофт приводит многочисленные примеры, иллюстрирующие универсальность закона. По его мнению, этот закон дает возможность коррелировать старые факты и открывать новые.

Многими доказывалась также универсальность принципа отбора, установленного, как известно, сначала в биологии (если не считать натурфилософской концепции отбора у Эпидокла). После опубликования книги Дарвина о происхождении видов путем естественного отбора принцип отбора начал применяться и в других науках. Особенно интересны в этом отношении работы Джорджа Дарвина (G. Darwin 1898, 1909, Дж. Дарвин 1923), который указывал на плодотворность перенесения некоторых элементарных понятий эволюции далеко за пределы биологии — в физику, астрономию и т. д. Приняв за центральную идею естественного отбора принцип устойчивости жизненных форм, приспособленных к среде, и неустойчивости неприспособленных, он прилагает этот принцип к таким разнородным системам, как атом и Солнечная система. По мнению Джорджа Дарвина, законы, регулирующие устойчивость, прочно установлены в самых разнообразных областях, они применимы

и к движениям планет вокруг Солнца, и к внутреннему расположению тех мельчайших частичек, из которых построен каждый атом, и к формам небесных тел. Он полагает, что аналогичные концепции приложимы и в других областях знания. По словам Норберта Винера (Wiener 1961, Винер 1983 : 90), в теории приливной эволюции Дж. Дарвина, как и в теории происхождения видов, мы имеем дело с механизмом, который преобразует динамическим путем случайные движения волн и молекул воды при приливе в однонаправленное развитие. Теория приливной эволюции — это по сути дела теория Дарвина-старшего в применении к астрономии. Дарвинновский принцип отбора был с успехом применен Манфредом Эйгеном к проблемам добиологической эволюции и происхождению жизни (Eigen 1971, Эйген 1973).

Идея всеобщности механизма отбора последовательно проводится в работах У. Росс Эшби. В книге о конструкции мозга (Ashby 1960, Эшби 1962) он следующим образом формулирует принцип отбора: когда над группой состояний повторно совершается операция однозначная (эта операция образует «законы» системы), система стремится к таким состояниям, на которые данная операция не влияет или влияет в сравнительно малой степени. Иными словами, в результате всякой однозначной операции происходит выбор форм, обладающих особой способностью противостоять ее изменяющему действию. Когда это проявляется в грандиозных масштабах, в системах с миллионами переменных и на протяжении миллионов лет, тогда весьма вероятно, что отображенные состояния будут поистине замечательными и будут обуславливать высокоразвитую координацию частей, стремящихся сделать эти состояния устойчивыми к действию данной операции. В другой работе Эшби (Ashby 1956) приходит к выводу, что существует тесная и существенная связь между мыслительными способностями и отбором и имеется глубокая аналогия между процессом решения задачи и процессом эволюции, «ибо имеется самое тесное формальное сходство между процессом автоматического приспособления посредством дарвиновского отбора и процессом автоматического отыскивания решения посредством механического отбора», т. е. получение ответа на задачу состоит, по существу, в отборе.

Обобщенный принцип отбора встречается и у ряда других авторов. Так, по мнению Дональда Кэмпбелла (Campbell 1960, Кэмпбелл 1964), все процессы, способствующие расширению знаний,

неизбежно включают в себя процессы слепых вариаций и селективного отбора. Интересно, что как отмечает Кэмпбелл, исторически применение выражения «пробы и ошибки» впервые было использовано А. Бэном (Bain 1855) при описании мышления еще в 1855 г., т. е. за два года до опубликования Дарвином теории естественного отбора. Концептуальный аппарат теории естественного отбора широко используется в современной эволюционной эпистемологии. Так, по Попперу (Popper 1972 : 261), «the growth of our knowledge is the result of a process closely remembering what Darwin called 'natural selection'; that is, the natural selection of hypotheses: our knowledge consists, at every moment, of those hypotheses which have shown their (comparative) fitness by surviving so far in their struggle for existence; a comparative struggle which eliminates those hypotheses which are unfit».

Можно сослаться еще на «Очерки кибернетики» Л. Теплова (1963), который также принимает универсальность принципа отбора. По его мнению, принцип отбора из шума (иногда называемый «методом проб и ошибок») является общим свойством информации. Он заключается в том, что хаотические сигнальные сочетания могут быть обращены в информацию при отборе тех из них, которые соответствуют некоторым вперед заданным условиям.

Принцип отбора был также сформулирован в кристаллографии в виде «закона геометрического отбора» (Шубников 1947). «Если на дне запаянной с одного конца стеклянной трубки, заполненной переохлажденной жидкостью, возникает множество произвольно ориентированных кристаллических зародышей, то в процессе их дальнейшего роста выживает, как правило, только один из них. Это явление, впервые описанное Гроссом и Моллером в 1923 г., получило у нас название принципа отбора, или выживания кристаллов», пишет А. В. Шубников (1947 : 63). Принцип отбора применялся также в общественных науках, в частности Богдановым (1899, 1901, 1906) и В. М. Бехтеровым (1912). Широкое значение отбору придает также один из наиболее ярких представителей общей теории систем Анатолий Рапорт (Rapport 1972), по мнению которого, отбор действует не только в эволюции организмов, но и в эволюции языков и артефактов. Этих примеров достаточно, чтобы показать, с какой неудержимостью овладевает концепция отбора умами ученых самых разных специальностей.

В литературе неоднократно выдвигалась также идея о научном значении аналогий, их эвристической роли. Еще Людвиг Больцман

(Boltzman 1905 : 9) говорил, что «познание есть не что иное, как изыскание аналогий». Начиная с 1906 г. сербский ученый Михаил Петрович разрабатывал целое «учение об аналогиях», а в 1921 г. издал книгу «Механизмы общие для разнородных явлений» (Petrovich 1921). В этой работе на основании анализа большого фактического материала, почерпнутого из самых различных областей знания, Петровичем устанавливаются общие механизмы в самых разнородных («диспаратных») явлениях. Однако Петрович считал, что создаваемая им «Общая феноменология» является всего лишь отраслью натурфилософии. Он в сущности не дошел до необходимости перехода от изучения аналогий к универсальным структурным закономерностям, к изучению структурного единства мира (см. Богданов 1929).

В XX веке появляется также ряд других работ, в которых высказываются идеи, более или менее близкие к тектологии. Так, в 1933–1934 гг. американский биохимик Эдгар Витцман публикует ряд статей под общим названием «Мутации и адаптации как составные части универсального принципа» (Witzeman 1933–1934). Отмечая фрагментарность и раздробленность нашего знания и отсутствие в нем гармонии и единства, он приходит к мысли о необходимости выхода из рамок отдельных частных наук и поисков универсальных принципов. Он высказывает убеждение, что принцип Ле Шателье — Брауна, называемый им в обобщенной его форме «принципом адаптации», вместе с универсальным принципом мутации, под которой он понимает перерыв непрерывности (discontinuity), являются компонентными частями принципа ритма и периодичности, который он считает наиболее фундаментальным принципом. По Витцману, наблюдается поразительное сходство в поведении паров и жидкостей по обе стороны критической зоны, в поведении химически реактивных газовых смесей по обе стороны зоны реакции и поведении видов по обе стороны зоны мутации. Во всех этих случаях мы имеем два непрерывных состояния, соединенных состоянием прерывистости (connected by a continuous state). Перерывы непрерывности обязаны влиянию новой переменной. После перерыва непрерывности система вновь становится адаптивной. Регулярное чередование этих двух состояний он называет периодическим, или гармоничным процессом. Графическое представление чередования адаптивной и мутационной фазы дает S-кривую, похожую на автокаталитическую кривую в химии. По мнению Витцмана, принцип

ритма и периодичности есть результат синтеза «адаптации» и «мутации» и имеет прямое отношение к автокатализу. Еще Робертсон (Robertson 1923) указывал, что в самых разных химических процессах «one of the products of the chemical change which is going on has property of accelerating or «catalysing» the further process of the change... All of these processes are in a word «autocatalysed» or self-accelerated». Автокаталитическая кривая имеет универсальное значение и применима, в частности, и к росту народонаселения и популяции животных (Lotka 1925) и к росту человеческого знания (Robertson 1923, Witzman 1933).

Следует также отметить очень важную для тектологии статью трех авторов разных специальностей (Gerard, Kluckhohn and Rapoport 1956) о некоторых аналогиях биологической и культурной эволюции. На некоторые наиболее интересные положения этой работы мы сошлемся в дальнейшем.

Однако как всеобъемлющая наука об универсальных типах и закономерностях строения и развития систем, общая теория организации была создана выдающимся русским мыслителем А. А. Богдановым (Малиновским), который, начиная с 1912 г. и даже раньше и до конца жизни широко разрабатывал основы новой по существу науки, изложенные им в наиболее полной форме в книге «Всеобщая организационная наука (тектология)» (1925–1929), первая из трех частей которой вышла в первом издании еще в 1913 г. Кроме того, в 1921 г. в Самаре вышли популярные «Очерки всеобщей организационной науки», в 1980 г. переведенные на английский язык. Чуждая в своей универсальности преобладающему в то время типу научного мышления, идея общей теории организации мало кем была воспринята и не получила распространения. Этому отчасти способствовало также то обстоятельство, что ранее Богданов был больше известен как философ и политический деятель и как автор «эмпириомонизма», который представляет собой своеобразную попытку синтеза эмпириокритицизма и марксизма. Успеху тектологии Богданова заметно мешала ее сильно выраженная идеологическая и политическая окраска. Будучи по своим политическим взглядам близок к большевистскому варианту марксизма, он был сторонником особой «пролетарской культуры» и считал что тектология чужда духу «буржуазной науки». Тем не менее сам автор тектологии считал ее «всеобщей естественной наукой» и неоднократно протестовал против смещения всеобщей организационной науки с философии.

Некоторые из основных идей тектологии и устремленность к монизму восходят к ранним работам Богданова, на что указывает и Уайт (1995). Я согласен с Уайтом и всегда так считал, что книгу Богданова «Основные элементы исторического взгляда на природу» (1899) можно считать предшественницей тектологии. В этой работе Богданов, следуя Спенсеру, но по обыкновению без ссылки на него, развивает универсальную концепцию подвижного равновесия, которое он понимает как результат двух одновременно происходящих противоположных процессов изменения формы, создающих значительную степень их видимого консерватизма. В этой же книге, а именно в разделе «Кризисы форм движения» (стр. 53–60) мы находим зачатки богдановского учения о кризисах, развитого в третьей части «Тектологии». Наконец, в тех же «Основных элементах» мы находим попытку обобщения принципа отбора («подбора») и, в частности, его применения к психическим и общественным явлениям. По мнению Уайта (1995), в этом он следовал Нуаре, но в «Элементах» отсутствуют ссылки на этого автора, как и вообще мало ссылок на литературу, что характерно и для других работ Богданова. Интересно также, что для Богданова «общественные формы представляют из себя частный вид биологических форм приспособления», что противоречило ортодоксальному марксизму и перекликается с современной социобиологией. В книге «Познание с исторической точки зрения» он уже говорит даже о необходимости разработки «социальной зоологии». В этой более зрелой работе Богданов развивает дальше свою идею психического отбора и, что особенно важно, предлагает историческую интерпретацию познания, родственную современной эволюционной эпистемологии. Как эти две книги, так и «Эмпириомонизм» были ступенями, ведущими к венцу его творчества — «Тектологии».

Общее представление о «Тектологии» может дать ее оглавление, которое я привожу здесь в несколько сокращенной и сжатой форме.

I. Введение

Историческая необходимость и научная возможность тектологии.

II. Основные понятия и методы

А. Организованность и дезорганизованность.

В. Методы тектологии.

С. Отношение тектологии к частным наукам и к философии.

III. Основные организационные механизмы.

1. Механизм формирующий. 1. Конъюгация. 2. Цепная связь.
3. Ингрессия. 4. Дезингрессия. 5. Отдельность комплексов. 6. Кризисы.
7. Роль разностей в опыте. 8. Познавательные применения ингрессии.
9. Социальная и мировая ингрессия.

2. Механизм регулирующей. 1. Консервативный подбор.
2. Подвижное равновесие. 3. Прогрессивный подбор.

IV. Устойчивость и организованность форм. 1. Количественная и структурная устойчивость. 2. Закон относительных сопротивлений. 3. Закон наименьших в решении практических задач. 4. Структура слитная и четочная. 5. Система равновесия.

V. Расхождение и схождение форм. 1. Закон расхождения. 2. Дополнительные соотношения. 3. Противоречия системного расхождения. 4. Разрешение системных противоречий. 5. Тектология борьбы со старостью. 6. Схождение форм. 7. Вопрос о жизненной ассимиляции.

VI. Формы центристические («Эгрессии» и «Дегрессии»). 1. Происхождение и развитие эгрессии. Значение и границы эгрессии. 3. Происхождение и значение дегрессии. 4. Развитие и противоречия дегрессии. 5. Отношение эгрессии и дегрессии.

VII. Пути и результаты подбора. 1. Подбор в сложных системах. 2. Подбор в изменяющейся среде. 3. Подбор прямой и репрезентативный. 4. Обобщающая роль подбора. Познавательный подбор. 6. Соотношение подбора отрицательного и положительного.

VIII. Кризисы форм. 1. Общее понятие о кризисах. 2. Типы кризисов. 3. Предельное равновесие. 4. Кризисы С. 5. Кризисы D. 6. Частная иллюстрация: вопрос о шаровой молнии. 7. Универсальность понятия кризисов.

IX. Организационная диалектика. 1. Тектологический акт. 2. Диалектика формальная и организационная. 3. Структурный прогресс и регресс. 4. Путь образования и путь разрушения форм.

В тектологии Богданова мы имеем смелую попытку систематической разработки общей теории структур и систем, общего учения об организационных типах и закономерностях, что требовало не только большого таланта, но и огромной, разносторонней эрудиции. Для построения тектологии Богданов использует материал самых различных наук, в первую очередь наук естественных. Анализ этого материала приводит к выводу о существовании единых структурных моделей и закономерностей, общих для самых разнородных явлений. «Мой исходный пункт», — пишет автор тектологии, — «заключается в том, что структурные отношения могут быть обобщены до такой же степени формальной чистоты схем, как в математике отношения величин, и на такой основе организационные задачи могут решаться способами, аналогичными математическим.»

Он считает, что «тектология должна выяснить, какие способы организации наблюдаются в природе и в человеческой деятельности; затем — обобщить и систематизировать эти способы; далее — объяснить их, то есть, дать абстрактные схемы их тенденций и закономерностей; наконец, опираясь на эти схемы определить направление развития организационных методов и роль их в экономике мирового процесса» (Богданов 1925 : 100). Таким образом, по мысли Богданова, тектология как бы венчает собой все здание науки. Богданов справедливо возражал против смешения тектологии с философией. В отличие от Спенсера и Федорова, он категорически отрицал философский характер универсальной науки. Более того, он отрицал необходимость философии, которая, как он утверждал «доживает последние дни». Великие философские системы были, по его мнению, «познавательными монистическими утопиями» (Богданов 1927 : 260). Действительно, уже в наши дни от философии фактически уже отпала научная теория познания в лице эволюционной эпистемологии, а онтология, задачей которой является познание принципов бытия («скрытых сущностей вещей»), его структуры и закономерностей, отходит к теоретической физике (пространство и время, материя и энергия) и тектологии. От онтологии сохраняются лишь те сугубо метафизические проблемы, которые не могут быть решены строго научными методами.

В Советской России тектология Богданова была встречена философами-марксистами враждебно и она обычно воспринималась как проекция эмпириомонизма. Лишь очень немногие из них, как Н. И. Бухарин и экономисты В. Ф. Базаров и И. А. Кан, были в состоянии оценить ее значение. Но уже начиная с 60-х годов, отношение к ней начинает постепенно меняться и одни из первых пишут о ней в положительной форме Уемов (1961), автор этих строк (Тахтаджян 1964), Сетров (1967) и Поваров (1968). Изложение основ тектологии и положительная оценка ее значения для науки были впервые даны в моей статье в сборнике «Системные исследования» (1972). На Западе краткое изложение идей тектологии мы находим впервые в книге Ю. Хеккера (Hecker 1934) о русской социологии, позднее в статьях Сергея Утехина (Utechin 1960) и Джорджа Горелика (Gorelik 1975). Наконец, в 1989 г. издательство «Экономика» выпускает в двух книгах «Тектологию» Богданова. В 1995 г. в Университете Восточной Англии (Норвич) состоялась конференция «Истоки в развитии организационной теории в России», где основное

внимание было уделено тектологии А. А. Богданова. Некоторые из докладов были опубликованы в «Вопросах философии».

Вероятно, не без влияния Богданова, первые три части тектологии которого вышли в немецком переводе в Германии в 1926–1928 гг., во многом к очень сходным идеям пришел Людвиг фон Берталанфи (Bertalanffy 1945, 1950, 1955, 1962, 1969). Основную идею своей «общей теории систем» он выдвинул в 1937 г. (через 8 лет после выхода в свет третьей части «Тектологии») в лекциях, прочитанных на философском семинаре в Чикагском университете, но тогда такого рода теоретизирование пользовалось плохой репутацией и он не рискнул поэтому опубликовать рукопись. Его печатные работы по общей теории систем выходят лишь начиная с 1945 г. Но как он рассказывал позднее (Bertalanffy 1962 : 2), после войны «произошло нечто интересное и удивительное. Выяснилось, что произошло изменение интеллектуального климата, сделавшее построение моделей и абстрактные обобщения модными. Более того, значительное число ученых пошло по сходным путям мышления». Поэтому печатные работы Берталанфи по общей теории систем появляются только начиная с 1947 г.

По мнению Маттевича (Mattevich 1978), несмотря на различия в словаре и даже многих понятий, их основные устремления удивительно сходны (surprisingly similar). Ему кажется очень маловероятным, чтобы такой широко начитанный ученый как Берталанфи никогда не встречал немецкий перевод «Тектологии» и не сталкивался с именем автора — именем достаточно широко известным, чтобы занять отдельную секцию в Encyclopedia of Philosophy. О приоритете тектологии Богданова убедительно писали также и другие авторы (Gorelik 1975, 1980, 1983, 1987, Susiluoto 1982, Zelený 1988).

Как неоднократно подчеркивает Берталанфи, эволюция современной науки характеризуется независимым появлением сходных общих идей и точек зрения в самых различных ее областях. При этом построение обобщенных (генерализованных) теорий осуществляется самыми разнообразными путями. Сходные фундаментальные концепции появляются во всех областях науки, независимо от того, являются ли объектом изучения неодушевленные предметы, живые организмы или социальные явления. Это тем более поразительно, что возникновение сходных идей происходит независимо и на основании совершенно разных фактов и противоположных философий. Кроме сходных теорий, мы находим в самых разных

областях науки также формально идентичные или изоморфные законы. Как хорошо известно в физике, одни и те же дифференциальные уравнения применимы, например, к динамике жидкостей, теплоты и электрического тока в проводах, на что многократно указывалось в литературе задолго до выступления Берталанфи. Он ссылается также на то, что экспоненциальный закон применим, с отрицательным показателем степени, в равной мере к радиоактивному распаду, к разрушению химического соединения в мономолекулярной реакции, к смерти бактерий под влиянием света или дезинфицирующих средств, к уменьшению популяций при преобладании смертности над рождаемостью и так далее. Подобным же образом, с положительным показателем степени, этот закон применим к индивидуальному росту определенных микроорганизмов, к неограниченному мальтузианскому росту бактериальных, животных или людских популяций или к кривой роста человеческих знаний. Другое уравнение, логистическое, представляет в физической химии математическое выражение автокаталитических реакций, а в биологии оно описывает некоторые случаи органического роста. То, что известно в политической экономии как закон распределения дохода (закон Парето), представляет в биологии закон аллометрического роста. В разработанной Вольтерра (Volterra 1921) популяционной динамике мы встречаемся с понятиями, сходными с понятиями механической динамики и с принципом наименьшего жизненного действия, соответствующими принципу наименьшего действия в механике. Как указывает Берталанфи, фактически принцип наименьшего действия известен в очень далеких друг от друга областях, и кроме механики, встречается, например, в физической химии, как принцип Ле Шателье, или в электродинамике, как правило Ленца, на что указывал еще Федоров (1906). И опять-таки, принцип ослабления колебания управляет неоновой лампой, но также важными явлениями в нейрофизиологии и некоторыми явлениями в биоценозах.

Исходя из всего этого, Берталанфи приходит к выводу о существовании структурного соответствия, или логической гомологии систем, независимо от их специфических особенностей, от природы составляющих их элементов и от действующих между ними «сил». В мире существует структурное единство, выражающееся в существовании изоморфных законов природы на разных его уровнях. Именно поэтому мы находим изоморфные законы

в самых разных областях науки, заключает Берталанфи, фактически повторяя мысль, давно высказанную Богдановым.

Эти соображения привели Берталанфи к постулированию новой, как ему казалось, научной дисциплины, названной им «общей теорией систем». Он рассматривает ее, с одной стороны, как логико-математическую область, содержанием которой является формулирование и дедукция принципов, действительных для систем вообще, а с другой стороны, и как эмпирико-интуитивную дисциплину, которая сама по себе чисто формальна, но применима ко всем наукам, имеющим дело с системами. Под системой Берталанфи понимает «комплекс элементов, находящихся во взаимодействии». По мнению Берталанфи, общая теория систем должна дать логическое определение понятий «система», «организация», классифицировать основные типы систем и разработать математические модели для их описания. Вслед за автором тектологии Берталанфи подчеркивает значение для современной науки понятия «организации» и стремится к созданию «общей теории организации» (Bertalanffy 1969 : 34), странным образом игнорируя при этом тот факт, что уже существовала детально и глубоко разработанная «всеобщая организационная наука» А. Богданова.

Общая теория систем не является, как это подчеркивает Берталанфи, математикой. Она не представляет собой также поисков смутных и поверхностных аналогий. Изоморфизмы, изучаемые общей теорией систем, представляют собой нечто большее, чем просто аналогии. Они есть следствие того факта, что в определенных условиях соответствующие абстракции и концептуальные модели оказываются применимыми к разным явлениям. Речь идет о структурном сходстве теоретических моделей, применяемых в различных областях: все дело в изоморфизме структур разных уровней организации. Уместно упомянуть, что эта идея была почти теми же словами отчетливо сформулирована автором «Тектологии», хотя и без употребления термина «изоморфизм».

Как и Богданов, очень важной задачей общей теории систем Берталанфи считает обобщение таких физических принципов, как принцип наименьшего действия (principle of minimum action), принцип Ле Шателье или условия сохранения стационарных состояний и периодических колебаний, с целью их применения к системам вообще. По мнению Берталанфи, для многих областей необходима также общая теория периодических процессов: проблемы затухания

колебаний выступают в физике, в неврологии, в теории биоценозов, в теории экономических циклов и т. д. Фактически прогресс науки в значительной степени основан на удачных модельных концепциях, пишет Берталанфи. Поэтому общая теория систем должна быть средством контроля и стимулирования применения модельных концепций и перенесения принципов из одной области в другую, она избавляет от необходимости открывать дважды или трижды одни и те же принципы в разных изолированных друг от друга областях. Это полностью совпадает с мнением Богданова, который в первой части «Тектологии» подробно обосновывает объединяющее и контролирующее значение тектологии, а также значение сознательного перенесения принципов и методов из одних наук в другие.

Берталанфи строго различает поверхностные аналогии и логические гомологии, или изоморфизмы, которые являются основой для использования моделей и модельных концепций в науке. Законы общей теории систем относятся к классу логических гомологий. Поэтому одной из важных задач этой теории Берталанфи считает точное отграничение истинных гомологий, т. е. изоморфных структур и законов, от обманчивых аналогий. Существование общих законов сходных структур в разных областях позволяет использовать более простые или лучше известные системы как модели для систем более сложных или менее поддающихся изучению. Фактически прогресс науки в значительной степени основан на удачных модельных концепциях.

Большое место в общей теории систем Берталанфи занимает понятие открытой системы. В физике теория открытых систем ведет к формулированию некоторых новых положений и принципов, а в биологии она объясняет некоторые характеристики живых систем, которые, казалось бы, находятся в противоречии с законами физики. Как совершенно правильно отмечает Сетров (1967 : 58), теория открытых систем очень близка к теории подвижного равновесия автора «Тектологии», причем, как и Богданов, Берталанфи распространяет на все открытые системы принцип Ле Шателье. Более того, концепция открытых систем вместе с теорией подвижного равновесия восходит к Герберту Спенсеру.

Берталанфи рассматривает также вопрос об отношении общей теории систем к кибернетике. Кибернетику он считает лишь частью общей теории систем. Большая узость кибернетики по сравнению с теорией систем выражается в принимаемой ею машинной модели биологических явлений и в ограничении ее интересов замкнутыми

системами. В этом отношении общая теория систем представляется более революционной, так как, во-первых, она отвергает картезианскую машинную теорию организма, а во-вторых, она основывается на концепции организма как открытой системы.

Берталанфи решительно выступает против редуccionизма. Он считает, что единия концепция мира может быть основана не на лапласовской надежде свести в конце концов все уровни реальности к уровню физики, но скорее на изоморфизме законов в различных областях. С точки зрения концептуального построения науки, т. е. с «формальной» точки зрения, это означает структурное единообразие применяемых схем. С точки зрения «материальной» это означает, что мир, т. е. сумма наблюдаемых явлений, обнаруживает структурное единообразие, проявляющееся в изоморфизме структур разных уровней. Таким образом, синтез наук достигается не путем сведения всех наук к физике («редуccionизм»), а создается на основе изоморфизма законов в различных областях науки («перспективизм»). Объединяющий принцип заключается в том, что мы находим организацию на всех уровнях (Bertalanffy 1969 : 49). По выражению экономиста Боулдинга (Boulding 1956) «общая теория систем есть скелет науки в том смысле, что ее целью является разработка основ или структур систем, на которые наращивается плоть и кровь отдельных дисциплин».

Идеи и принципы общей теории систем развиваются многими последователями Берталанфи. Некоторые из наиболее важных работ содержатся в русском переводе в сборнике «Исследования по общей теории систем» (Москва, 1969). Здесь же упомянем опубликованную в этом сборнике статью А. Холла и Р. Фейджина (Hall and Fagen 1956), в которой они дают определение системы и среды и вводят понятие «субсистемы»: каждая данная система может быть подразделена на субсистемы, т. е. имеется «иерархический порядок систем». Вводимые этими авторами понятия «прогрессирующей сегрегации» и «прогрессирующей систематизации» соответствуют системному расхождению («системной дифференциации») и «системной контрдифференциации» тектологии Богданова, где она, на мой взгляд, проанализирована значительно глубже и шире. То же нужно сказать о «централизации», «централизованных системах» и «прогрессирующей централизации» в их статье. Все эти вопросы были довольно детально разработаны во второй части «Тектологии» (глава «Формы централистические и скелетные»).

Таким образом, как формулировка предмета и задач общей теории систем Берталанфи, так и ряд основных ее положений чрезвычайно близки к тектологии Богданова. Но в то же время общая теория систем менее разработана, менее содержательна и в некоторых отношениях более узка, чем тектология. Так, в общей теории систем слабо разработана типология систем, теория системных преобразований и кризисов и нет концепции регулирующего механизма отбора. Сравнивая тектологию с теорией систем и кибернетикой, Горелик (Gorelik 1987 : 171–172) приходит к выводу: « While tektology contains the basic ideas later developed and popularized by GST and cybernetics, its clear focus, universal scope, well-defined methods and a comprehensive conceptual framework make it something more than each of them taken separately or simply added together».

2. ИЗОМОРФИЗМ И ГОМОМОРФИЗМ СИСТЕМ

Любой объект, будь то физический, биологический, социальный, художественный или концептуальный, можно рассматривать как некоторую систему, состоящую из более или менее взаимосвязанных элементов. Системой является любое сочетание любых элементов, будь то Галактика, Солнечная система, планета, молекула, атом, река, водопад, пламя, облако, экосистема, биоценоз, организм, клетка, органелла, человеческое общество, научная теория, силлогизм, понятие, слово или морфема. При этом подразумевается, что элементы данной системы связаны между собой более тесно, чем элементы, не входящие в него. При таком очень широком понимании принятия системы даже куча камней, облако или случайное скопление людей на улице могут рассматриваться как системы, хотя и чрезвычайно низко организованные. Как бы ни были слабы связи между камнями в куче, они все же менее слабые, чем связи между ними и окружающей средой. Из такого определения следует, что любая система характеризуется некоторой, хотя бы даже очень слабо выраженной обособленностью и некоторой относительной целостностью. Система есть совокупность элементов, которые могут быть любого порядка сложности и любой степени иерархического соподчинения. Как только любой из элементов системы потребуются расчленить дальше, он может в свою очередь рассматриваться как подсистема, т. е. как сочетание элементов следующего порядка.

Понятия системы и подсистемы относительны и в зависимости от поставленной задачи (практической или познавательной) одно и то же сочетание элементов можно рассматривать как систему или как подсистему. Соподчиненные классы подсистем последовательно включены один в другой, и структура, особенно структура сложных систем, имеет, следовательно, иерархический характер. Понятие иерархического порядка особенно важно для таких сложных систем, как организм, биоценоз и человеческое общество, представляющие собой многоуровневую иерархию подсистем.

Между самыми различными системами очень часто наблюдается глубокая аналогия в структуре, т. е. в характере связей между элементами. Для описания этой аналогии удобно пользоваться математическими понятиями изоморфизма и гомоморфизма. Две системы (в математике множества) называются изоморфными, если их элементы попарно взаимно однозначно соответствуют друг другу. Другими словами, любую систему объектов S' , изоморфную системе S , можно рассматривать как «модель» системы S и сводить изучение самых разнообразных свойств системы S к изучению свойств «модели» S' . Хорошим примером изоморфизма может служить аналогия между различными видами колебаний — механическими, акустическими, электромагнитными и другими. Во всех этих очень различных колебательных движениях есть глубокая изоморфность, что и является основой общей теории колебаний. Наглядными примерами изоморфных систем могут служить также негатив и позитив фотоснимка. В изоморфном соответствии друг с другом находятся также техническое устройство, его чертеж на бумаге или его модель; речь, ее запись на бумаге, на магнитной пленке или на компакт-диске. Из этих примеров видно, что «степени изоморфизма» (количество «совпадающих элементов») могут быть очень различны.

В отличие от изоморфизма, гомоморфизм представляет собой такое соответствие между двумя системами, которое не является взаимнооднозначным. Если изоморфизм можно сравнить с точным переводом, то гомоморфизм, по выражению Поля (Polya 1954, Поля 1957 : 49), есть своего рода систематически сокращенный перевод. Другими словами, при гомоморфизме аналогия между двумя системами меньшая, чем при изоморфизме, и одна из систем является как бы упрощенной копией другой (например, географическая карта по отношению к местности). Если рассматривать взаимнооднозначное соответствие как предельный случай соответствия,

то изоморфизм можно рассматривать как частный случай гомоморфизма. Поэтому любой пример изоморфизма можно рассматривать как пример гомоморфизма.

Существование изоморфизмов и гомоморфизмов позволяет моделировать любые системы и процессы, т. е. создавать их изоморфные или гомоморфные аналоги. Модели могут быть физические, математические, логические, модели-представления и знаковые. Тектологическое понятие системы является логической моделью реальных систем и процессов. Согласно Месаровичу (Mesarović 1964), абстрактную систему можно понимать «как некоторую абстрактную аналогию или модель определенного класса реально существующих систем. Тогда общую теорию систем можно рассматривать как теорию абстрактных моделей».

Моделирование имеет большое познавательное и практическое значение. Можно было бы привести много примеров использования разных форм моделирования для объяснения различных явлений природы (см. Штофф 1963, Новик 1965). Но еще более известны примеры моделирования различных технических устройств и процессов. Всякая модель — механическая, гидродинамическая, аэродинамическая, электрическая, оптическая, экономическая или любая другая — воспроизводит изучаемое явление в условиях, более доступных для наблюдений, контроля и изменений. В последнее время все более возрастающее значение приобретает компьютерное моделирование.

3. СТРУКТУРНЫЕ ТИПЫ СИСТЕМ

Открытые и замкнутые системы. Система называется замкнутой, если она не взаимодействует ни с какими другими системами. Однако замкнутая система — это предельное понятие, так как в реальном мире мы встречаем лишь различные приближения к ней. Любая, даже почти полностью замкнутая система состоит из открытых систем, испытывающих всевозможные воздействия со стороны остальных частей системы. Однако теоретически вполне можно себе представить абсолютно замкнутую модель, что дает возможность исследовать свойства таких систем.

Типичной открытой системой является система, подобная реке, огню, организму, биоценозу, экосистеме или человеческому обществу.

Такая система не только находится в постоянном взаимодействии со средой, но само существование ее не может продолжаться без всякого взаимодействия. Если символом закрытой системы считать кусок твердого вещества, то символом открытой системы мы можем считать огонь.

Системы фиксированных и вероятностных ограничений.

Если бы изменения всех элементов системы были совершенно свободны, т. е. если бы эти изменения не подчинялись каким-либо ограничениям, то они были бы настолько хаотичны, что мы не уловили бы в них никаких закономерностей. В действительности, однако, мы на каждом шагу встречаемся с той или иной формой и той или иной степенью ограничения разнообразия возможных изменений. Как пишет Эшби (Ashby 1958, Эшби 1959) существование любого инварианта в некотором множестве явлений подразумевает наличие ограничения (constraint) разнообразия. Таким образом, понятие ограничения разнообразия является одним из основных понятий тектологии.

Существует два основных типа ограничения разнообразия, которые, вслед за Голдманом (1957 : 365), мы назовем фиксированными и вероятностными. Фиксированные ограничения — это некоторые специфические связи элементов системы, определяющие возможность одних изменений и невозможность других. Фиксированные ограничения характеризуются достаточно определенной и более или менее жесткой связанностью их элементов, в той или иной степени затрудняющей возможность их свободного перераспределения. Фиксированные ограничения присущи, например, механизмам и любому коду — телеграфному, наследственному и др. В таких системах распределение элементов фиксировано определенной непрерывностью и постоянством связей. В отличие от фиксированных ограничений, вероятностные ограничения относятся только к средним значениям. Вероятностные ограничения характерны, например, для мутационного процесса или для эволюции языков. Вероятностные ограничения характерны для систем с неупорядоченными связями элементов. Для таких систем характерно отсутствие какой-либо определенной, более или менее жесткой организации, и их элементы под влиянием тех или иных факторов свободно изменяют свои отношения друг с другом, т. е. они не закреплены какими-либо постоянными и фиксированными связями. Системами подобного типа являются любые газы, жидкости, колонии

бактерий, толпа и пр. Вселенная в целом, возможно, также является системой вероятностных ограничений.

Реальные системы дают нам примеры различных переходов между этими двумя крайними типами ограничения разнообразия и одна и та же система может характеризоваться вероятностными ограничениями в одних отношениях и фиксированными в других. Так, например, уже сформировавшаяся локальная амфимиктическая популяция растений, особенно древесных, в фенотипическом отношении характеризуется многими чертами системы фиксированных ограничений, в то время как с точки зрения происходящих в ней генетических рекомбинаций она, наоборот, приближается к системам вероятностных ограничений.

Гетерогенные и гомогенные системы. Системы могут быть гомогенные, гетерогенные или смешанного типа. В гомогенных системах, например, в газах, жидкостях или в популяции организмов данного вида, элементы их однородны и поэтому взаимозаменяемы. Гетерогенные же системы состоят из разнородных элементов, не обладающих свойством взаимозаменяемости. Гетерогенными системами являются, например, Солнечная система, атом, любые механизмы, организмы, клетки, экосистема, биоценоз, человеческое общество и пр. Гетерогенная система в свою очередь может состоять из элементов, являющихся гомогенными системами. Так, например, растительное сообщество, обычно являющееся гетерогенной системой, состоит из гомогенных элементов — синузий. Подобным же образом гомогенная система может, в свою очередь, состоять из элементов, представляющих собой гетерогенные системы. Так, любой газ или жидкость состоит из атомов, а любая популяция — из организмов. Кроме того, различия между гомогенными и гетерогенными системами не являются абсолютными и одна и та же система может рассматриваться в одних отношениях как гомогенная, а в других — как гетерогенная. Так, фенотипически гомогенная популяция организмов может с генетической точки зрения рассматриваться как существенно гетерогенная. Все зависит от задач исследования.

Непрерывные и дискретные системы. Как гомогенные, так и гетерогенные системы могут быть дискретными («корпускулярными») или непрерывными. Эти понятия относительны: одна и та же система может быть с одной точки зрения дискретной, а с другой — непрерывной. Так, например, в одних опытах (интерференция, дифракция) свет проявляет волновые свойства (непре-

рывность), а в других — корпускулярные свойства. Хромосома морфологически есть система непрерывная, но с точки зрения возможностей генных рекомендаций она является дискретной («корпускулярной»). Точно так же и Вселенная может рассматриваться как система дискретная (дискретность небесных тел) и как система непрерывная (общая связь всех космических процессов).

Одной из чрезвычайно широко распространенных форм гомогенно-непрерывного типа являются периодические системы, т. е. системы, характеризующиеся однообразной повторяемостью соотношений между элементами. Так, две пространственные петли правильной сети связаны между собой совершенно так же, как любые две другие петли той же сети. Аналогичным образом осуществляется связь между рисунками на обоях или между элементами в кристаллических структурах. Одна из существенных особенностей периодической структуры заключается в том, что новые ее элементы, например новые петли сети, могут прибавляться во всех направлениях, не нарушая при этом структуры. С этой точки зрения «кристаллическая структура должна рассматриваться как бесконечно протяженная система. Именно так представляют себе модели структур современные кристаллографы. Аналогичные соображения можно применить и к другим телам, растущим в природе» (Шафрановский 1968 : 41–42).

Равновесные и неравновесные системы. В природе и в человеческом обществе широко распространены структуры систем равновесия, в которых противоположные процессы взаимно нейтрализованы на некотором уровне. В типичных случаях такая система представляет собой подвижное равновесие изменений. Сохранение таких систем является результатом того, что каждое из возникающих изменений уравнивается другим ему противоположным. Для тектологии всякое динамически устойчивое сохранение систем должно рассматриваться как подвижное равновесие. Примерами систем подвижного равновесия являются водопад, пламя, организм, экосистема, общество.

Совершенно иные динамические соотношения наблюдаются в неуравновешенных системах. В них если и идут изменения одновременно в двух противоположных направлениях, то одна из двух групп их преобладает, а потому система преобразуется в ее сторону. Таким образом, равновесие здесь нарушается в одну сторону. Однако нарушение равновесия может совершаться столь медленно, что

система производит впечатление равновесной («ложное равновесие»). Наглядным примером ложного равновесия является пламя (см. подробнее Богданов 1925).

4. УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ

Условием существования любой системы является определенная степень ее устойчивости к тем возмущающим воздействиям, которым она постоянно подвергается. В науке и в повседневной жизни слово «устойчивость» (стабильность) употребляется в довольно разных смыслах, но при этом всегда подразумевается, что несмотря на «возмущение», несмотря на то, что система может переходить из одного состояния в другое, она сохраняет некоторые характерные свойства, делающие ее данной системой. Как говорит Эшби (Ashby 1958, Эшби 1959, 1962), «через все значение слова «устойчивость» проходит основная идея «инвариантности». Эта идея состоит в том, что хотя система в целом претерпевает последовательные изменения, некоторые ее свойства («инварианты») сохраняются неизменными и таким образом некоторое высказывание о системе, несмотря на непрерывное изменение, будет неизменно истинным». Система устойчива в той мере, в какой устойчиво равновесие между системой и средой и между частями самой системы. «В природе системы равновесия бесчисленны и бесконечно разнообразны: все, что в ней устойчиво, может быть представлено в виде таких систем. Атом есть физическое равновесие группы электрических элементов — протонов и электронов; молекула — химическое равновесие нескольких атомов; Солнечная система — равновесие Солнца и планет, и т. д.» (Богданов 1927, Борьба за жизнеспособность, стр. 19).

Конечно, всякая устойчивость относительна. Система, вполне устойчивая к определенным условиям, окажется неустойчивой в иных, мало благоприятных для ее сохранения. Но в каждой системе устойчивость может быть характеризована как с количественной, так и со структурной стороны.

Количественная и структурная устойчивость. Следует различать два типа устойчивости — количественную и структурную (Богданов 1925). Устойчивость системы по отношению к внешним возмущениям может быть характеризована прежде всего чисто количественно. Система, состоящая из большого числа элементов

будет, при прочих равных условиях, и сравнительно более устойчивой. Так, например, в процессе длящегося веками выветривания горных сооружений более крупные горы, при прочих равных условиях, устойчивее, чем небольшие. Подобным же образом, при высыхании водоемов в одних и тех же климатических условиях скорее высохнут небольшие пруды, чем крупные озера, а при ухудшении климатических условий небольшие экосистемы пострадают больше, чем крупные. Однако увеличение числа элементов может повысить общую устойчивость системы лишь в тех случаях, когда это увеличение не приводит к уменьшению структурной ее устойчивости. Так, в случае землетрясения многоэтажные здания разрушаются скорее, чем малоэтажные постройки, а громадные государственные образования типа «империй» распадаются легче и скорее, чем более компактные, моноэтнические государства.

Устойчивость системы зависит, конечно, не только от количества ее элементов, но и от характера самих элементов, способов их сочетания и характера их структурных связей. Поэтому небольшая гора, состоящая из твердых пород, может обладать значительно большей структурной устойчивостью, чем огромное горное сооружение, состоящее из рыхлых отложений. Аналогичным образом хорошо организованная небольшая армия может быть боеспособнее и устойчивее, чем значительно превосходящая ее по численности, но слабо организованная армада. Структурная устойчивость может быть выражена количественно. Так, в механике всевозможные коэффициенты гнуптия, разрыва, кручения и пр. являются именно численным выражением структурной устойчивости разных тел по отношению к определенным внешним воздействиям (Богданов 1925 : 202).

Основные типы структурной устойчивости. Структурная устойчивость бывает двух типов — статическая и динамическая. Статическая устойчивость характерна для систем статического равновесия. Устойчивость здания, горного сооружения, пирамиды Хеопса или Эйфелевой башни — это примеры статической устойчивости систем неподвижного равновесия. Устойчивость таких систем определяется прочностью их конструкции, прочным сцеплением их элементов, но не постоянным обновлением. Такие системы будут выветриваться, стираться, изнашиваться, пусть даже очень медленно и незаметно для человека. Кривая их разрушения будет все время падать. Любое статическое равновесие подходит под категорию ложного равновесия — равновесие непрерывно нарушается

только в одну сторону, в случае горы, например, только в направлении выветривания. Совершенно иного типа динамическая устойчивость, характерная для систем подвижного равновесия.

Сравнительная устойчивость систем подвижного (динамического) равновесия является результатом того, что каждое из возникающих изменений уравнивается другим, ему противоположным, т. е. для них характерно подвижное равновесие изменений. Процессы разрушения и созидания, идя параллельно или чередуясь, взаимно уравнивают друг друга. Два потока противоположных изменений обеспечивают динамическую устойчивость системы. Примером может служить постоянно обновляемое здание. Другим примером такой устойчивости является организм и его отдельные органы, где подвижное равновесие создается процессом ассимиляции и диссимиляции. По выражению Богданова (1927, Борьба за жизнеспособность, стр. 26), «организм, самовоспроизводящаяся машина жизни, является системой равновесия систем равновесия».

Другой тип динамической устойчивости дает нам периодическое колебание, различные формы которого имеют широчайшее распространение. Подвижное равновесие и периодическое колебание — явления чрезвычайно близкие. Но если при подвижном равновесии два потока противоположных изменений идут параллельно и уравниваются непосредственно и одновременно, то при периодическом колебании нарушение их равновесия в одну сторону сменяется нарушением в другую, так что уравнивание происходит во времени. Так как всякое кажущееся непрерывным равновесие можно в принципе разложить на периодически-колебательные элементы, то первичным способом сохранения устойчивости следует признать периодическое колебание, а подвижное равновесие — производным. Как указывает Богданов (1928:86), «всякое кажущееся непрерывным подвижное равновесие рано или поздно удастся разложить на периодически-колебательные элементы, идет ли дело о сохранении живого организма или атома, молекулярной системы или психического образа». При определенных условиях периодическое колебание может дать такую же статическую иллюзию покоя, как и система подвижного равновесия. Достаточно наложить два одинаковых колебания одно на другое противоположными фазами, чтобы они, складываясь, стали восприниматься как «покой».

Принцип наименьших сопротивлений (закон минимума). Во всех тех случаях, когда есть хоть какие-нибудь реальные различия

в устойчивости разных элементов системы по отношению к внешним воздействиям, общая устойчивость системы определяется наименьшей ее частичной устойчивостью в каждый данный момент. Так, например, уровень воды в бочке, сделанной из клепок разной длины, определяется длиной самой короткой клепки, общая скорость эскадры определяется наименьшей из скоростей ее отдельных кораблей, а логическая цепь доказательств рушится, если одно из ее важных звеньев не выдерживает ударов критики. Устойчивость любой системы (если только это не абсолютно гомогенная система в абсолютно гомогенной среде) вовсе не требует абсолютно одинакового сопротивления всех ее частей. Поскольку система обыкновенно подвергается неравным и неравномерным воздействиям в разных своих частях, Богданов (1925 : 214) вводит понятие об относительном сопротивлении. Так, в механизме, называемом сложным блоком, при поднятии тяжестей одна веревка должна выдерживать, например, тысячу килограммов, между тем как другая — всего 500, третья 250, четвертая 125, и т. д. Относительное сопротивление у этих веревок разное — у первой веревки наибольшее, а у последней наименьшее. Вполне очевидно, что устойчивость всего сложного блока как целого зависит от наименьшей относительной устойчивости всех ее частей по отношению к данному внешнему воздействию. Достаточно, чтобы в какой бы то ни было части системы, на какой бы то ни было краткий промежуток времени установилось относительное сопротивление ниже единицы, и разрушительный процесс произойдет. Заснувший на минуту богатырь может быть убит ничтожным карликом (Богданов 1925 : 214). Обобщенная формулировка закона наименьших применима ко всем типам систем — как дискретным (например, линия фронта), так и непрерывным (например, здание при землетрясении или организм при болезни). Он применим также ко всякой системе взаимно зависимых процессов, в том числе химических, где тот из процессов, который обладает наименьшей скоростью, определяет течение остальных, и производственных, где самая медленная из цепного ряда операций определяет количество окончательного продукта.

Закон наименьших формулировался независимо в разных областях науки, на разном конкретном материале и в разных формах. В первоначальной своей форме (как один из вариационных принципов механики) он был сформулирован еще Мопертюи в 1740 г. Но каждой науке приходилось открывать его для себя отдельно.

Так, Спенсер ссылается на Джеймса Хинтона (Hinton 1858), который показал, что рост органических существ происходит в направлении наименьшего сопротивления. Общеизвестен «закон минимума» Либиха — основная формула урожайности, также как «принцип наименьшего действия», или принцип Гамильтона — Остроградского, который утверждает, что действительным движением, реализующимся в природе, является то, для которого интеграл по времени от разности между кинетической и потенциальной энергиями принимает наименьшее значение (Ланцош 1965 : 18). Позднее (в 1886 г.) этот принцип был распространен Г. Гельмгольцем на ряд немеханических явлений, а Р. Фейнманом в 1942 г. была открыта его связь с квантовой механикой (см. Фейнман и др. 1966 : 110). В генетике закон наименьших был применен в теории гетерозиса для объяснения неаллельных взаимодействий генов. Концепция «узкого места» при взаимодействии неаллельных генов при гетерозисе была сформулирована Мангельсдорфом. Эта концепция заключается в том, что «превосходство генотипа, подобно цепи, зависит не от самого крепкого, а от самого слабого его звена, и в ней придается особое значение не только превосходству гибрида, но и относительной слабости его родителей. Эта слабость приравнивается к слабым звеньям и считается узким местом взаимодействия. Узкое место здесь приписывается аллелям или генотипам, которые не соответствуют поставленным перед ними задачам, и, таким образом, они являются лимитирующими факторами в действии других генов (Brewbaker 1964, Брюбейкер 1966 : 120–121). В универсально обобщенной форме «закон наименьшего сопротивления» (the law of least resistance), как он его называл, был сформулирован Спенсером и развит Богдановым.

Принцип концентрированного действия. Обратной стороной принципа наименьших является принцип концентрированного действия, который можно было бы иллюстрировать многими примерами как из природы, так и из человеческой практики. Зубы, игла, нож, топор, копьё, стрела, бритва и другие острые предметы являются простейшими примерами осуществления принципа концентрированного действия. Смысл применения таких острых предметов заключается в том, что сила действия концентрируется на чрезвычайно малой поверхности, на протяжении которой сумма сил сцепления, а следовательно и сумма сопротивлений, соответственно мала. Удар при этом выгоднее простого давления острием потому,

что он сосредоточивает действие на очень малом отрезке времени, а это дает возможность преодолевать большие относительные сопротивления. Таков же смысл применения лазерного луча. Вообще, принцип концентрированного действия имеет огромное значение во всех областях человеческой деятельности — педагогической, художественной, государственной, военной, технической, медицинской и др. (см. подробнее Богданов 1925).

Относительная устойчивость компактных и рыхлых систем.

Наблюдается определенная зависимость устойчивости системы от относительных размеров ее пограничной области, т. е. от относительного количества ее контактов со средой, понимая это слово тектологически, а не только пространственно (Богданов 1925). По этому параметру Богданов различал «слитные» и «четочные» системы. Оба эти термина представляются мне не вполне удачными и я предложил заменить их соответственно терминами «компактные» и «рыхлые», лучше выражающими смысл понятий (Тахтаджян 1972).

В компактных системах теснее связи между их собственными элементами, чем в рыхлых, относительно меньше пограничная область и поэтому больше возможностей для сопротивления разрушительным воздействиям со стороны внешней среды. В отличие от компактных, рыхлые системы как бы более «разветвлены», менее «обтекаемы» и имеют поэтому большую пограничную область. Приведу примеры. Представим две хижины одинаковых размеров. При прочих равных условиях более компактная, более «обтекаемая» из них будет лучше противостоять порывам ветра, чем более рыхлая, менее обтекаемая, т. е. имеющая различные выступы и пр., повышающая ее «парусность». По этой же причине при сильном холоде или ветре мы инстинктивно съеживаемся, уменьшая тем самым свою пограничную область. Искусный оратор часто прибегает к «обтекаемым» формулировкам, уязвимая поверхность которых, т. е. пограничная область, сведена к минимуму. Наоборот, неопытный оратор будет оперировать рыхлыми формулировками, имеющими большую поражаемую поверхность и дающими возможность критике легко «зацепиться» за них.

Для сохранения системы в неопределенно изменчивой среде более благоприятна компактная ее структура и менее благоприятна рыхлая. Так, подвижные животные, благодаря тому, что они соприкасаются с разнообразной и изменчивой средой, имеют компактную организацию, в то время как прикрепленные к субстрату животные,

как и растения, обычно разветвлены, имеют рыхлую структуру. Интересно, что это относится и к колебательным процессам любого типа. Как известно, колебательные процессы с более длинной волной, т. е. более «обтекаемые», являются в то же время и более устойчивыми, меньше поглощаются средой. Поэтому в спектре наиболее отдаленных звезд фиолетовые лучи относительно ослаблены. В условиях же более или менее постоянной среды количество соприкосновений со средой не имеет уже такого большого значения, и обычное преимущество компактных систем здесь приобретает второстепенное значение.

Устойчивость скелетных систем. В неопределенно-изменчивой среде любая часть системы может подвергнуться воздействиям неучитываемой заранее силы. Максимум относительной устойчивости системы достигается в этом случае равномерным распределением сопротивлений между всеми угрожаемыми частями системы. При этом наиболее выгодным является распределение сопротивлений вдоль структурной границы системы, которая в пространственном отношении может быть как внешней, так и внутренней. Отсюда столь обычная в природе и в человеческой практике модель скелетных структур, как собственно скелетных, так и «оболочечных» или «панцирных». Богданов (1927) очень детально анализирует тектологическое значение скелетных форм, которые он предпочитает обозначать придуманным им термином «депрессия». Едва ли в этом есть необходимость.

Любая скелетная система состоит из двух неодинаковых и неравноценных частей: более сложной и более пластичной, но более уязвимой, и менее сложной и менее уязвимой, играющей роль защитного скелета. Как подчеркивает Богданов (1927 : 161), не надо представлять скелетные комплексы непременно как более прочные или твердые в механическом смысле. Когда преследуемая каракатица окружает себя облаком чернильной жидкости, делающую воду непрозрачной, — это тоже временный наружный скелет каракатицы. Такого же рода «наружным скелетом» является у некоторых животных окружающая их зона специфического, отвратительного для других животных запаха. Типичными защитными скелетами являются кутикула и механическая ткань растений, скорлупа ореха, известковые скелеты многих корненожек, раковины моллюсков, хитиновый покров насекомых, кожа, яичная скорлупа, скелет позвоночных, стены крепости, броня корабля или танка, переплет книги,

поверхностный слой капли воды, сосуд, ложе озера, русло реки, одежда, жилище, слово и всякого рода другие символы, религиозные и политические догмы, защитная окраска некоторых животных и т. д.

Пространственный защитный скелет может быть внешним, как у черепахи, моллюсков или насекомых (эктоскелетный или «оболочечный» тип), и внутренним, как позвоночный столб (эндоскелетный, или «каркасный» тип). Различия между обоими типами не всегда бывают резкими и иногда даже не вполне ясно выражены. Так, например, в скелете позвоночных в сущности объединяются оба типа: если большая часть элементов их скелета может быть отнесена к эндоскелетному типу, то грудная клетка и особенно черепная коробка относятся скорее к эктоскелетному типу. Пауцирь черепахи вполне эктоскелетный, но в процессе эволюции он возник из внутреннего скелета. Хитиновая же оболочка насекомых, так же как кутикула растений, вполне эктоскелетна.

Скелетная структура защищает или только от пространственно-внешних воздействий (эктоскелетный тип), или от более общих воздействий среды, включающих силу тяжести, стремящихся деформировать систему и требующих поэтому более прочного скрепления частей (опорная функция). Защита может быть чисто пассивной, как у черепахи, или агрессивно-оборонительной, как у ежа или у вооруженной крепости.

Внутренний и наружный скелет могут легко замещать друг друга и переходить друг в друга. Более того, строгое разграничение эктоскелетного и эндоскелетного типов, т. е. периферических и внутренних защитных структур, возможно только для систем пространственно-непрерывных и устойчивых по геометрической форме, каковы механизмы и организмы, для таких систем, как например, социальные, оно большей частью и не может быть установлено или же принимает характер переменного соотношения, что отмечалось уже Богдановым.

Очень важно выяснить, каковы взаимоотношения между уязвимой и скелетной частями системы в условиях среды, благоприятной для развития системы. Как указывает Богданов (1927 : 170), наиболее характерной чертой этих взаимоотношений является возникновение несоответствия между уязвимой (по терминологии Богданова, «пластичной») и скелетной частями. Особенно консервативны, лишены пластичности всякого рода «оболочечные», эктоскелетные

структуры. Как правило, они в большей степени стесняют дальнейшее развитие, чем внутренние, каркасные скелетные структуры. Поэтому каракатицы с их внутренней раковиной оказались эволюционно более пластичными и достигли более высокой ступени развития, чем большинство остальных моллюсков с их внешней раковиной. Черепахи с их двойным скелетом (наружным и внутренним) также оказались группой консервативной.

Развитие науки в разных ее областях сплошь и рядом стесняется такими скелетными формами, как устаревшие понятия, идеи, теории. Еще более отрицательное значение имеют различные религиозные и политические догмы, особенно когда они возводятся в ранг государственных. История человечества знает много примеров, когда отжившие религиозные и политические учения останавливали развитие целых государств и вели даже к длительному упадку целых цивилизаций.

Противоречия между скелетной структурой и остальными частями системы неизбежны и вытекают из самого существа скелетных форм. Но как в природе, так и в человеческом обществе существует принципиальная возможность устранения этих противоречий. Это чрезвычайно распространенный путь смены скелетных форм. В тех случаях, когда скелетная структура не способна к быстрому преобразованию и развитию, начинает сильно отставать от остальной, пластичной части. Вызывая резко выраженное противоречие системного развития, она просто отбрасывается, заменяясь новой скелетной структурой. Очевидно, это возможно в тех случаях, когда скелетный элемент более или менее приближается к «оболочечно-му» типу. Так, многоводная река может прорыть себе новое более широкое русло, а одежда ребенка в процессе его роста заменяется новой. Наружные скелеты многих ракообразных, насекомых и даже позвоночных (например, змей), отставая в процессе роста от пластичных тканей, начинают стеснять их, и тогда они сбрасываются, заменяясь новыми. Но, как подчеркивает Богданов, особенно большое значение метод смены скелетных форм имеет в области социальных явлений. Так, сущность всякой реформы и революции заключается в том, что отбрасываются стесняющие развитие общества старые государственные, правовые, идеологические и прочие скелетные формы и заменяются новыми. То же самое происходит в развитии науки, искусства, религии и пр. (см. подробнее Богданов 1927).

5. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИСТЕМ

Всякое преобразование системы сводится к изменению связей между ее элементами. Происходит ослабление или даже разрыв некоторых или всех внутрисистемных связей и (или) образование новых связей. Однако нужно иметь в виду, что понятие «преобразование» (трансформация) столь же относительно, как и другие понятия тектологии. Его применение зависит от того, на каком структурном уровне и для решения каких задач ведется исследование. Так, например, в принципе всякая стадия в развитии организма может рассматриваться как структурное преобразование, а в пределах каждой такой стадии можно установить множество стадий меньшего порядка. С этой точки зрения системным преобразованием можно считать как любую социальную реформу, так и коренную революцию, но это будут преобразования различного масштаба и глубины. Все зависит от задачи исследования. Для эволюционной тектологии наиболее интересны те преобразования, которые ведут к образованию качественно новой системы.

Одной из центральных задач тектологии является анализ элементарных процессов, лежащих в основе трансформации систем, и выяснение общих принципов и моделей их преобразований. Этот важнейший раздел тектологии можно было бы назвать трансформатикой.

Изменчивость. Преобразование систем предполагает их изменчивость. Чем сложнее система, тем она более вариабильна. Нет двух совершенно одинаковых листьев на дереве, как нет двух совершенно одинаковых особей в популяции. Любая система в той или иной степени изменчива. Изменчивость может быть очень большой, казаться почти безграничной, но она, как правило, имеет определенные ограничения. Чем более структурирована система, тем больше таких ограничений. Ограничения определяются прежде всего структурой системы, ее характером и степенью сложности. Хорошим примером является мутационная изменчивость организмов. Как известно, некоторые изменения в последовательности нуклеотидов могут возникать чаще, чем другие. Более того, в силу генетических или эпигенетических ограничений некоторые мутации вообще не могут возникать. Так, несмотря на то, что генетиками просмотрены миллионы дрозофил разных видов, ни разу не были

найденны особи с синими или зелеными глазами. Это объясняется тем, что в онтогенезе дрозофил нет биохимических предпосылок для создания соответствующих глазных пигментов (Тимофеев-Ресовский и др. 1977). По аналогичной причине селекционерам не удается создать розу с синими или голубыми лепестками. Хотя число мутаций у дрозофилы и розы велико, оно далеко не бесконечно. Как говорит Ф. Г. Добржанский (Dobzhansky 1970), мутационный репертуар гена не безграничен — он ограничен композицией гена. Но еще большие, чисто эпигенетические ограничения проявления генных мутаций имеются на всех уровнях онтогенеза. Поэтому в мутационном репертуаре, а тем более в репертуаре признаков, есть определенные запреты. Такие запреты хорошо известны как в морфологической эволюции растений и животных, так и в эволюции языков.

Неудивительно, что чем ближе стоят друг к другу те или иные группы организмов, тем больше будет общих запретов и тем самым будет больше параллелизма в изменчивости. Уже в первом издании «Происхождения видов» Дарвин (Darwin 1859) делает вывод об аналогичной изменчивости у близких видов. Эту мысль он развивает в своем монументальном труде об изменении домашних животных и культурных растений (Darwin 1868). Во времена Дарвина и позднее эту аналогичную изменчивость заметил также ряд других исследователей, но Николай Вавилов (1920, 1945) был первым, кто дал генетическое объяснение и сформулировал общий закон, который распространяется не только на виды, но и на роды и даже на семейства. В отличие от Дарвина, параллельную изменчивость он назвал не аналогичской, а гомологической, так как она обеспечивается гомологией генов, т. е. общностью их происхождения. Но следует иметь в виду, что гомологические ряды создаются как на основе гомологии генов, так и в результате сходства запретов, т. е. сходного ограничения мутационной изменчивости.

Закон гомологических рядов действует не только в биологии, но имеет гораздо более широкое значение (Тахтаджян 1972, Корольков 1997), т. е. является тектологическим. Он применим ко всем самовоспроизводящимся системам, или репликаторам. В животном мире, как и в человеческом обществе особое значение имеют мемы — мелодии, навыки, технические приемы, ритуалы, верования, идеи и пр. Близкие мемы также подвергаются аналогичной изменчивости и образуют своего рода гомологические ряды.

Изменчивость доставляет материал для отбора, которому, как универсальному регулирующему механизму, посвящается отдельная глава.

Конъюнкция и дизъюнкция. Еще Фрэнсис Бэйкон указывал в «Новом Органоне», что основными и элементарными процессами, к которым можно свести все происходящее в мире, являются соединение и разделение. Это положение развито в тектологии Богданова. Основой формирующего тектологического механизма он считает соединение комплексов (систем), обозначаемое им заимствованным из биологии термином «конъюгация». Я предпочитаю рассматривать конъюгацию как один из типов более широкого понятия конъюнкция (Гахтаджян 1972).

Основные типы конъюнкции. Любое соединение систем сопровождается той или иной степенью их изменения. Характер и степень конъюнкции и, соответственно, ее результаты могут быть глубоко различны. Крайним случаем является коллизия, столкновение систем, приводящая к большей или меньшей структурной дезорганизации или даже к полному разрушению одной или обеих сталкивающихся систем. Коллизия является следствием антагонистических взаимодействий между системами. Таковы, например, столкновение двух враждующих армий или сложение двух волн одинаковой амплитуды, но сдвинутых по фазе на полпериода. В тех же случаях, когда контактирующие системы не разрушаются, между ними может происходить более или менее глубокое взаимодействие, приводящее к той или иной степени преобразования систем. Таковы конъюгация двух инфузорий, конъюгация хромосом при кроссинговере, взаимное влияние двух научных концепций, художественных направлений, социальных систем или даже целых цивилизаций. Подобные случаи конъюнкции можно вполне называть конъюгацией, употребляя этот термин в обобщенном, а не в узко биологическом его значении. При этом преобразование систем может быть столь глубоким, что происходит кардинальное их изменение с появлением качественно новых, *эмергентных* свойств (от лат. *emergere* — появляться, возникать), как, например, в случае соединения кислорода и водорода с образованием воды. Чем больше общих элементов между системами, тем полнее может быть конъюгация между ними. Когда же конъюгация систем приводит к образованию новой системы, объединяющей в себе элементы исходных систем, мы имеем комбинацию, или «гибридизацию» в наиболее широком

понимании этого слова. Обобщенное понятие гибридизации применимо не только к биологическим объектам, но и к машинам, научным концепциям, языкам, культурам и многим социальным институтам. Наконец, другим типом конъюнкции является простое слияние двух систем без существенного их преобразования и без появления существенно новых эмергентных свойств. Таково, например, слияние двух капель воды или двух волн одинакового периода и фазы.

Если системы не разрушаются, не разъединяются вновь или же не сливаются, образуя новую систему, то они остаются во взаимной связи. Этот случай наиболее простой и распространенный. Таково, например, соединение звеньев в цепь, идей в теорию или людей в общественную организацию. Такая связь основана на наличии каких-либо общих элементов, входящих во все связанные между собой системы. Для связи двух систем должен существовать хотя бы один такой общий элемент, притом достаточный для того, чтобы противодействовать разъединяющим силам.

Совокупность общих элементов между связанными друг с другом системами представляет собой связующее звено, или «связку», по терминологии Богданова (1925 : 133). Связующее звено выступает как поле контакта (часто конъюгации) между системами. Связкой может быть, например, общая поверхность трения, спайки или сцепления, общая цель у людей, программа политической партии, конституция государства или общие элементы между двумя понятиями, идеями, научными теориями или художественными образами. Но при слишком большой разнородности двух систем они связаны не непосредственно, а через третью посредствующую систему (промежуточное звено), которая образует связку с каждой из них. Особенность промежуточного звена заключается в том, что оно обладает общими элементами с каждым из крайних звеньев. Такими промежуточными звеньями являются, например, клей при склеивании двух предметов, цемент и гвозди, посредничество между двумя враждующими сторонами и пр. Методом промежуточных звеньев пользуются в процессе обобщения (выделение общих элементов), при построении эволюционных рядов организмов («промежуточные формы») или при доказательстве математической теоремы.

Связь систем может быть двух типов: однородная, или симметричная, и неоднородная, или асимметричная (Богданов 1925 : 134). В первом случае система связи состоит из однородных элементов.

Примерами симметричной связи могут служить цепь из одинаковых звеньев, частокол, рыболовная сеть, трамвайный поезд, или сосуды ксилемы, состоящие из одинаковых члеников. Во втором случае элементы системы неодинаковы и отношения между ними тоже неодинаковы (несимметричны). Примерами могут служить сочетание винта и гайки, руки и орудия труда, учителя и ученика, начальника и подчиненного или сотрудничество людей разной специальности.

Дизъюнкция. Наряду с образованием новых связей повсеместно наблюдается разрыв старых связей, разделение того, что раньше было связано. Таким путем система распадается на отдельные части, что в одних случаях означает разрушение, дезорганизацию, а в других случаях — лишь разделение или размножение. Разрыв любой связи происходит в результате ослабления и уничтожения связки, т. е. акта «дезинг्रेसии», как ее называет Богданов. Когда связка становится настолько слабой, что уже не способна удерживать в цепной связи системы, они обособляются, отделяются друг от друга.

Всякая система представляет собой нечто более или менее индивидуальное, отдельное. Мир квантован на всех структурных уровнях, начиная со света и микромира атомов и кончая Вселенной. Другими словами, он состоит из отдельностей, элементы которых также представляют собой отдельности. Структурные отдельности существуют благодаря перерывам некоторых ранее существовавших связей, которые создаются дезинг्रेसией. «Никакой другой способ немислим без противоречий с научным принципом непрерывности» (Богданов 1925 : 155). Если бы не было перерывов в непрерывности, то не было бы отдельных систем и субсистем, не было бы дискретности.

Коммуникация. Для тектологии коммуникация, т.е. связь между двумя или более системами, основанная на передаче информации, интересна в той мере, в какой она влияет на вероятность дальнейшего поведения системы. Так, получение информации может иметь существенное значение в дальнейшем поведении хищника и жертвы, двух конкурирующих фирм или двух воюющих армий.

Изменение количества элементов. Уже количественные изменения системы, происходящие в результате элементарных процессов конъюнкции и дизъюнкции, могут привести к большим или меньшим ее преобразованиям. Преобразование систем путем изменения количества элементов может происходить уже в гомогенных

системах. Так, путем изменения числа элементов — молекул воды, озеро может превратиться в болото, и наоборот. Изменение числа особей в популяции, даже генетически вполне однородной, неизбежно влияет на изменение ее генетической структуры. Однако гораздо большее значение имеет изменение числа элементов в гетерогенных системах. В таких системах изменение числа элементов, особенно если это изменение носит дифференциальный характер, может привести к резкому изменению наиболее существенных внутрисистемных соотношений и, тем самым, к изменению структуры системы. Так, при уменьшении числа особей в генетически гетерогенной популяции может резко измениться ее генетическая структура. Структурные преобразования большего или меньшего значения неизбежны также при дифференциальном изменении количественного состава любой достаточно гетерогенной социальной организации. Социологами установлено, что социальные группы, состоящие из более чем 150–200 человек, становятся все более иерархическими по своей структуре. Небольшие же социальные группы могут не иметь никакой формальной иерархической структуры и существовать, основываясь лишь на личных контактах. Если же число членов социальной группы превышает оптимум, то неизбежно возникает необходимость в лидере. Интересно, что это справедливо и для социальных групп других приматов (см. Dunbar 1996).

Полимеризация и олигомеризация. Особое значение в преобразованиях многих, особенно сложных систем имеет количественное изменение их однородных элементов — увеличение (полимеризация) или уменьшение (олигомеризация). Полимеризация представляет собой превращение системы в более сложную структуру, состоящую из множества одинаковых subsystem. Процесс полимеризации распространен на всех структурных уровнях — от атомного до социального. Наиболее известна полимеризация в органической химии, приводящая к образованию веществ, молекулы которых состоят из большого числа повторяющихся звеньев, например полисахариды, белки, нуклеиновые кислоты, натуральный каучук. Из биополимеров построены клетки всех организмов. Большую роль в эволюции организмов играет полимеризация различных гомологичных образований (см. особенно Догель 1977). Как указывает В. А. Догель, полимеризация обеспечивает множественность элементов данной биологической системы, повышая надежность их работы за счет взаимозаменяемых компонентов. Полимеризация наиболее характерна для

простейших (полимеризация ядер, жгутиков, сократительных вакуолей и пр.), но она происходит также в процессе эволюции многоклеточных животных (например, увеличение числа органов половой системы у ленточных червей, жаберных щелей у бесчерепных, фаланг в кисти некоторых китообразных и пр.). Довольно широко распространена полимеризация и в растительном мире (например, увеличение числа частей цветка). В социальной области полимеризация наиболее характерна для армии и для бюрократического аппарата. Благодаря полимеризации возникают резервы одинаковых структур в системе, которые могут служить исходным материалом для дальнейшей дифференциации. В этом случае полимеризация может смениться олигомеризацией, т. е. уменьшением числа одинаковых структур, что повышает уровень интеграции. Олигомеризация может осуществляться путем утраты некоторого числа одинаковых частей полимерной структуры, их слияния, или изменения строения и смены функций части элементов.

Перестановка элементов. Перестановку элементов, как впрочем и все другие тектологические понятия, нельзя понимать в чисто пространственном или даже пространственно-временном смысле, так как она возможна также в системах концептуальных, художественных и пр. Чем менее гомогенна система, тем большее значение приобретает взаимное расположение ее элементов (эффект положения). Наглядную иллюстрацию эффекта положения представляет явление изомерии в химии, главным образом в химии органических соединений. Очень убедительной иллюстрацией значения перестановки элементов в системе являются генетические данные об эффекте положения гена в хромосоме, показывающие, что когда в результате структурной перестановки ген оказывается в другом месте хромосомного набора, его действие может измениться.

Замечательно, что бесконечное количество разных нуклеиновых кислот обеспечивается различной последовательностью в расположении всего лишь четырех оснований, а все многообразие первичной структуры белков сводится к строго определенной последовательности всего около 20 аминокислот вдоль пептидной цепи. Таким образом, все разнообразие органического мира определяется в конечном счете эффектом положения оснований в цепочке ДНК и аминокислот в пептидной цепи. В социальных организациях эффект положения также чрезвычайно велик, особенно когда речь идет о перестановке ключевых фигур в структурах централистического типа.

В качестве примера достаточно упомянуть назначение Сталина на пост генсека коммунистической партии, имевшее катастрофические последствия планетарного масштаба.

Коллизия и распад. Далеко не всякий контакт систем приводит к их конъюгации, а тем более к гибридизации. В тех случаях, когда контакт носит характер коллизии и между системами не образуется связующих звеньев или они очень слабые и неустойчивые, столкновение может привести к полной или частичной дезорганизации одной или обеих систем. Преобразование систем в случае коллизии выражается в катастрофе по крайней мере одной из них.

Переключенне (коммутация). Во многих процессах преобразования систем большую, а часто и решающую роль играет механизм переключения, или коммутации. Переключение может происходить в системах, в которых переход из одного состояния в другое совершается чрезвычайно быстро под действием на систему внешнего сигнала, величина которого больше некоторого минимального уровня. В технике переключение осуществляется разного типа переключателями: рубильником, коммутатором, железнодорожной стрелкой и пр. Переключение характерно для цифровой коммуникационной техники. Наглядным примером переключения в природе является изменение направления рек и любых других водных потоков, вызванное возникновением на их пути преград. Переключение наблюдается в ходе многих сложных химических процессов и в онтогенезе организмов. Изменение многих исторических процессов, а также изменение путей эволюции, очень часто обязано механизму переключения. В области экономики ярким примером действия механизма переключения является переход от планово-административного хозяйства к рыночному, а в области идеологии — переход от одной религии к другой.

Триггерный механизм. Всякая энергетически замкнутая система, находящаяся в неравновесном состоянии и готовая выйти из этого состояния при наличии внешнего воздействия, называется спусковой, или триггерной. Минимум достаточной величины триггирующего агента (порог срабатывания) зависит от степени напряженности отношений внутри системы. Чем ближе эта степень напряженности к возможному порогу, тем ниже достаточная величина вызывающего агента. Величайшие достижения техники, начиная от зажигания огня и до освобождения внутриатомной энергии, достигались применением триггерного эффекта

Системы такого типа широко распространены. Спусковыми механизмами являются, например, курок ружья, капкан, спичка, поднесенная к бочке с порохом, различного рода взрыватели, управляемые разрядники, речь демагога перед возбужденной толпой. Триггеры различных типов широко применяют в устройствах цифровой коммуникационной техники. Спусковые механизмы очень характерны для биологических систем. Так, все рефлекторные акты, как возбуждение рецепторов или передача возбуждения по периферическим нервам с нейрона на нейрон, рассматриваются как последовательная цепь пусковых процессов.

Очень велика роль триггерного эффекта в социальных явлениях. Наглядным примером является поведение толпы — множеством людей, объединенных чувством, настроением и действиями. Как это хорошо известно, всякая толпа иррациональна, метастабильна и легко поддается внушению. Чем многочисленнее толпа, тем ниже ее уровень, тем более личность утрачивает чувство ответственности и оказывается во власти иррациональных чувств, фанатизма, догматизма, ненависти, зависти, мести, нетерпимости. Собравшись в большом количестве, толпа, из кого бы она ни состояла, теряет способность контролировать себя и потенциально представляет собой слепую разрушительную силу, которая легко триггерируется опытным демагогом. Многие крупные исторические события, включая революции и геноцид, были проявлением массовой истерии, что особенно подчеркивал в своих работах французский социолог Густав Лебон.

В структурных преобразованиях, совершающихся в природе и в общественной жизни, наблюдаются многообразные комбинации разных их типов, а часто они сменяют друг друга. Если явление очень сложно, то не всегда легко провести границы между сменяющимися друг друга типами преобразований. В социальных преобразованиях многообразно комбинируются все типы.

Триггерная и коммутативная роль случайных событий (принцип Пуанкаре). Случайные события, как единичные, так и массовые, могут играть существенную и даже решающую роль как в возникновении и уничтожении систем, так и в резком изменении путей и направлений их трансформации. Особенно велика роль случайных причин в системах неустойчивого равновесия, когда «совершенно ничтожная причина, ускользающая от нас по своей малости, вызывает значительное действие, которого мы не можем предусмотреть» (Poincaré 1908, Пуанкаре 1983 : 323). В качестве

примера Пуанкаре приводит образование циклонов, показывающее, что большие пертурбации бывают обыкновенно в тех местах, где атмосфера находится в состоянии неустойчивого равновесия. Лишняя десятая градуса в какой-либо точке — и циклон разражается здесь, а не там; он бушует по странам, которые были бы пощажены, если бы не эта десятая. Ничтожная причина вызывает большой эффект. Можно привести много других примеров, когда незначительные разницы в причинах способны вызвать большие различия в результатах. Ими полна обыденная жизнь, история Земли, эволюция организмов, история человечества. Неудивительно, что у Пуанкаре были предшественники. Так, выдающийся хорватский ученый ХУІІІ века Руджер Иосип Бошкович (Bošković 1758) писал: «Часто ничтожнейшая причина влечет за собой величайшие следствия. Маленькая искра может быть причиной громадного пожара, песчинка на вершине горы, тронутая пташкой, при своем падении задевает более крупные частицы, те увлекают за собою камешки, а камешки — камни, которые сталкивают еще более крупные валуны, и, наконец, целые скалы низвергаются в море, подымая высокие волны и на долгое время нарушая спокойствие воды» (цитирую по Годыцкому-Цвирко 1959: 81). Этот принцип Пуанкаре, как его можно назвать, нашел свое дальнейшее развитие в современной «теории хаоса» (см. Gleick 1987). Однако в теории хаоса чрезмерно преувеличен так называемый «эффект бабочки» (Butterfly Effect). Взмах крыльев бабочки мог бы повлиять на движение воздушных масс только в совершенно исключительных, трудно вообразимых случаях. Мир квантован и системы в той или иной степени отделены некими энергетическими барьерами, для преодоления которых необходимо перейти определенный критический барьер. Ничтожная причина может вызвать крупные изменения в системе только в качестве триггера. Искра только тогда может вызвать пламя, когда она триггерирует неравновесную систему, готовую к взрывной реакции.

Дивергенция. Когда в результате размножения или просто деления система дает начало двум или более дочерним системам, эти последние первоначально бывают более или менее сходны или даже почти идентичны. Однако со временем, в результате разных форм и путей их преобразования, особенно когда это случается в разных условиях среды, неизбежно происходит их расхождение или дивергенция. В результате дивергенции систем возникает диверсификация систем, создается многообразие.

Параллельное и конвергентное преобразование систем.

Сходный материал и сходные условия среды могут привести к сходным же конечным результатам в преобразовании систем. Отсюда широкое распространение параллельных форм систем и даже параллельных их рядов. Одни и те же кристаллические структуры возникают параллельно, если имеется достаточное сходство в материале и в условиях кристаллизации. Во многом одинаковые формы социального строя, этические и правовые нормы и даже стили в искусстве возникли совершенно независимо у народов Старого и Нового Света (вспомним, например, черты сходства цивилизации майя с цивилизацией Древнего Египта). Многочисленны случаи параллелизма в биологии, где они определяются систематической близостью организмов. Чем ближе систематические группы, тем легче и чаще возникают у них параллельные структуры. Это закон гомологических рядов Николая Вавилова, который, несомненно, имеет универсальное значение. Важно отметить, что параллелизм — это не схождение (конвергенция), а параллельное (не дивергирующее) развитие сходных форм на основе структурного сходства исходного материала.

Основой конвергенции является формирующее действие тождественной или сходной среды, приводящее к схождению форм, первоначально более или менее далеких друг от друга. В отличие от параллелизма, в процессе конвергенции сходство прогрессивно возрастает. Конвергенция определяется не столько общностью исходного материала (которая может быть и очень небольшой), сколько действием среды, которая выступает как бы в роли «отливочной формы», или матрицы. Технический процесс отливки является простейшей иллюстрацией, хорошо объясняющей ее механизм, который сводится к определенным образом канализованному матричному отбору. Структурно роль отливочной формы может играть всякая определенная среда. Так, сходная водная среда приводит к таким конвергентным формам, как рыба и кит или дельфин, а сходная оптическая среда (световые волны в определенных границах длины) привела к сходной во многом конструкции глаза у высших моллюсков и высших позвоночных. Конвергенция наблюдается также в неорганическом мире. Хорошим примером является независимое образование сходных астрономических форм — конвергентных форм равновесия в космической среде. Совершенно очевидно, что конвергенция систем возможна лишь там, где есть некоторая их структурная однородность:

чем различнее организация систем, тем менее вероятно одинаковое их отношение к среде. Правда, эта структурная однородность в некоторых случаях может быть очень отдаленной.

Гетерохрония и принцип гетеробатмии. В случае сложных систем, состоящих из относительно автономных subsystem, оценка общего структурного уровня системы затрудняется неравномерностью происходящих в ней преобразований. Гетерохрония (термин Эрнста Геккеля) может быть положительной (акцелерация) или отрицательной (ретардация). Очень характерна такая неравномерность в преобразовании отдельных subsystem в биологических системах, где она приводит к внутрисистемной структурной «разноступенчатости», названной мною гетеробатмией (от греч. bathmos — ступень, уровень; см. Takhtajan 1959). В результате неравномерной эволюции отдельных его частей (subsystem) организм может состоять из органов или даже тканей, находящихся на разных ступенях эволюции. Гетеробатмия между разными частями организма бывает выражена тем сильнее, чем онтогенетически и эволюционно менее зависимы они друг от друга, более автономны, как, например, репродуктивные органы и проводящая система стебля у высших растений. Наоборот, чем более интегрирован организм, чем более взаимозависимы его отдельные части, тем менее выражена гетеробатмия. Поэтому у высших животных она значительно слабее, чем у высших растений. В то же время гетеробатмия наиболее сильно выражена в системах, подвергающихся корейным преобразованиям. Поэтому она особенно хорошо выражена у наиболее архаичных систематических групп, например у наиболее древних представителей цветковых растений. В процессе же дальнейшей эволюции гетеробатмия постепенно выравнивается.

Гетеробатмия не менее характерна для социальных систем, где она также зависит от двух условий — степени автономности subsystem и глубины и скорости трансформации системы. Поэтому особенно яркие проявления гетеробатмии можно наблюдать в быстро развивающихся странах, где причудливо переплетаются древние социальные институты с современными. Можно ли представить себе более яркий пример гетеробатмии, чем сочетание лука и стрелы с транзисторным приемником у юноши в горах Новой Гвинеи, — картина, которую я наблюдал летом 1971 г. По-видимому, принцип гетеробатмии универсален для всех сложных систем, испытывающих быстрое и радикальное преобразование.

Аллометрия, или аллометрический рост и неотения. Аллометрия означает непропорциональный рост разных частей системы. Термин аллометрия (от греч. *allos* — другой, иной и *metron* — мера) был введен в эволюционную биологию Хаксли и Тейссье (Huxley and Teissier 1936). Я придаю аллометрии гораздо более широкое значение — к обществу в целом, к общественным структурам, культуре, науке, языку и пр.

Одним из важнейших результатов аллометрии является неотения (от греч. *neos* — новый и *teino* — растягивать, удлинять) или ювенилизация. Идея неотении возникла в биологии, где она имеет большое значение для объяснения происхождения многих групп организмов, в том числе и самого человека. Однако, неотения имеет несомненно универсальное значение для трансформации сложных систем. По мнению Артура Кестлера (Koestler 1967 : 167, 178—179), неотения имеет большое стратегическое значение и играет важную роль в прогрессе науки, искусства и общества в целом, где она следует тому же «undoing-redoing pattern», как и в биологической эволюции. Он считает, что подобно тому как биологическая эволюция в значительной степени представляет собой как бы историю бегства (escape) из слепых путей специализации, прорывы в науке, искусстве и философии — это бегство из застоя привычных форм мышления, из ортодоксии и сверхспециализации. Все великие революции показывают ясно выраженные неотенические черты. В истории науки неотенические черты отчетливо выступают в смене парадигм, в истории искусства в смене стилей, а в социальной истории — смене общественных формаций. В языкознании принцип неотении был применен Бернардом Бичакджяном (Bichakjian 1988) для объяснения эволюции индоевропейских языков. По его мнению, «the Indo-European languages have evolved by eliminating late-acquired features and by replacing them with earlier acquired ones» (p. 13). Крайней формой неотении является архаллаксис (от греч. *arche* — начало и *allaxis* — изменение) в биологии означающий эволюционное изменение органа на самых ранних стадиях его морфогенеза, приводящее к существенной перестройке всех последующих его стадий. Архаллаксисом можно объяснить многие социальные изменения в эволюции общества. Так, несомненным архаллаксисом является коренные научные революции, приводящие к принципиальному изменению самых основных концепций (концептуальный архаллаксис). Архаллаксисом является, например, теория относительности.

6. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ ОТБОРА

Судьба любых систем, их сохранение или уничтожение, как и пути и направления их преобразования, регулируется стохастическим методом «проб и ошибок», т. е. отбором. Для тектологии механизм отбора универсален, действует повсюду и во всякий момент; другими словами — всякое событие, всякое изменение может рассматриваться с точки зрения отбора — как упрочение и усиление одних связей, устранение, уменьшение, ослабление, разрыв других как в самой системе, так и между системой и ее средой. «Можно с уверенностью сказать, что ни один вопрос структурного развития, от общемирового до атомного, не может быть сколько-нибудь точно разрешен помимо этого универсального, проходящего по всем ступеням бытия применения идеи подбора» (Богданов 1927 : 190).

Сформулированный в научной форме впервые в биологии, он стал постепенно применяться и в других науках — астрономии, физике, химии, психологии, социологии, языкознании и т. д., хотя благодаря господству специализации выступает часто в разных формах, под разными названиями и с неодинаковой ясностью. Становится все более очевидным, что механизм отбора носит универсальный характер, т. е. применим ко всем классам явлений и ко всем структурным уровням. В его наиболее общей формулировке принцип отбора можно назвать *принципом дифференциального сохранения устойчивых форм*. Основная идея принципа отбора заключается в дифференциальном сохранении и соответственно дифференциальном уничтожении всех изменений, конечно, при условии, что имеются хотя бы самые слабые различия, т. е. что отбору есть что дифференцировать, есть что отбирать. В механизме отбора осуществляется стохастическая регуляция любого структурного преобразования любых систем — от атомных до космических. Именно отбор является тем фактором, который противодействует общей тенденции к деградации энергии, к статистической тенденции вещей к хаотическому состоянию и создает порядок из хаоса и порядок из порядка.

Принцип дифференциального сохранения действует как в непрерывных, так и дискретных системах, но при прочих равных условиях в дискретных системах дифференциальное уничтожение элементов будет происходить легче. Чем гетерогеннее система, тем

интенсивнее действует в ней отбор. В общем наиболее интенсивны процессы отбора в гетерогенно-дискретных системах. Внутри же непрерывных систем с высокой взаимозависимостью элементов отбор неизбежно менее интенсивен, чем в дискретных системах. Он наименее интенсивен в непрерывных системах с жесткими связями между элементами. Однако нельзя согласиться с Малиновским (1970 : 64), что к жестким системам «приложим принцип наименьших, но не приложим принцип отбора». Ведь всюду, где действует принцип наименьших, тем самым действует и принцип отбора.

Принцип отбора логически вытекает из принципа наименьших сопротивлений или из выражающего ту же мысль принципа наименьшего действия. Еще Герберт Спенсер писал, что с динамической точки зрения естественный отбор подразумевает структурные изменения по линии наименьшего сопротивления. Размножение какого-либо животного или растительного вида в благоприятной для него местности есть рост по направлению, в котором антагонистические силы слабее, чем где-либо. Сохранение разновидностей, лучше других преуспевающих в борьбе с окружающими условиями жизни, есть продолжение жизненных движений в направлении, в котором лучше всего могут быть обойдены препятствия (Spencer 1900 : 216). К принципу наименьших сопротивлений можно свести и любые другие примеры отбора. Очень ясно это, например, для нередко упоминаемого в литературе случая с ячменным колосом, попавшим остями вниз в рукав платья идущего человека. При ходьбе колос получает толчки по всевозможным направлениям, но все перемещения книзу уничтожаются сопротивлением остей, в то время как сверху они происходят свободно и поэтому колос поднимается по рукаву. Движение колоса идет по линии наименьшего сопротивления. То же самое можно сказать о механизме сита, о промывке золотоносного песка струей воды, о течении воды по руслу реки, о распространении света по пути кратчайшего времени и о всех других известных нам случаях отбора.

Всеобщей и элементарной формой отбора является простое сохранение или уничтожение объектов. Сохранение новых изменений, новых комбинаций (положительный отбор) увеличивает число «остаточных форм», как их называет Эшби, и тем самым увеличивает разнообразие материала. Уничтожение же (отрицательный или элиминирующий отбор), упрощая этот материал, устраняет из него все недостаточно устойчивое, вносит в него упорядоченность.

Наиболее сложный характер имеет отбор у сложных, саморепродуцирующихся систем, характеризующихся информационной преемственностью, будь то организмы или элементы культуры, особенно язык. Интересно, что в XIV главе «Происхождения видов» Дарвин проводит определенную аналогию между эволюцией организмов и эволюцией языков. Дарвиновская идея об аналогии между лингвистической и биологической эволюцией получила дальнейшее развитие в ряде работ (см. особенно Gerard et al. 1965 и Медников 1976). О роли отбора в научном и художественном творчестве писали К. А. Тимирязев, А. Пуанкаре, Д. Кэмпбелл и многие другие.

По мнению Дональда Кэмпбелла (Campbell 1960, Кэмпбелл 1964), слепые (случайные) вариации и отбор являются главной стратегией процессов познания. Он утверждает, что при прочих равных условиях, чем шире диапазон проб и чем больше их объем, тем больше вероятность плодотворного новаторства. Опираясь на данные социологии познания, он считает, что люди, вырванные из своей традиционной культурной среды или испытавшие основательное влияние двух и более культур, по-видимому имеют преимущества в диапазоне гипотез, которые они способны рассмотреть, и, вследствие этого, в частоте творческих новшеств. При этом он ссылается на статью известного американского социолога Торстейна Веблена (Veblen 1919) об интеллектуальных достижениях евреев в Европе и работу Парка (Park 1928), описавшего роль «маргинального человека» в культурном новаторстве. Кэмпбелл полагает, что в более общем смысле именно принцип слепых вариаций позволяет нам увидеть среди новаторов чаще всего людей эксцентричных и со странностями в поведении. Этот принцип, говорит он, позволяет также увидеть ценность тех лабораторий, социальная атмосфера которых дает возможность проводить исследования чрезвычайно широкого диапазона с большой терпимостью к свободным исканиям.

Как эволюция организмов, так и эволюция культуры основана на изменчивости и отборе самовоспроизводящихся, реплицирующихся единиц, постоянно производящих свои копии, или реплики. Вслед за английским зоологом Ричардом Докинсом (Dawkins 1976, 1994) можно различать два типа репликаторов — гены и мемы (mem — сокращение от греческого слова *mimema*, что значит подражание). В то время как эволюция организмов основана на отборе генов, эволюция культуры основана на отборе мемов. Докинс рас-

смачивает мем как единицу информации в мозге, передающуюся от одной особи к другой через коммуникацию, что равносильно репликации. Фенотипически мем может проявляться в форме языка, музыки, религии, научных теорий и концепций, песен, мифов, легенд, традиций, архитектурных стилей, стилей одежды, мимики и жестов, технологических приемов и пр. Мемами являются компьютерные программы и даже компьютерные вирусы. Примерами мемов в животном мире являются пение многих птиц или некоторые приемы охоты (Bonner 1980). Однако, в то время как гены самовоспроизводятся посредством репликации молекул ДНК, заключенных в хромосомах, мемы реплицируются посредством процессов, которые можно назвать имитацией. Учение о мемах приобрело статус отдельной науки — меметики (см. Boyd and Richerson 1985, Moritz 1990, Brodie 1996), которая до некоторой степени соответствует предложенному Джулианом Хаксли (Huxley 1957:51), понятию «ноогенетики» (noogenetics). Аналогия между генами и мемами столь велика, что меметики говорят об инфекции, эпидемии, иммунизации и иммунитете. Подобно вредным генам имеется множество вредных и даже летальных мемов, в наше время способных распространяться с предельной скоростью. Укажем хотя бы мемы фашизма, нацизма, коммунизма (особенно коммунизма сталинского и полпотовского типа), шовинизма, религиозных мифов (особенно религиозного фундаментализма и крайних религиозных культов), астрологии, мистицизма, порнографии, креационизма, всевозможных лженаучных догм и мракобесия любого типа, не говоря о компьютерных вирусах. Иммунизация против негативных мемов носит многообразный характер. Огромное значение имеет качество образования, скептицизм и даже юмор, не говоря о различного рода заградительных барьерах и фильтрах, например, таможне. В отличие от генов, для кодирования мемов нет универсального кода и они могут кодироваться письменно или устно, в графике, в музыке, математических символах и т. д., причем копирование далеко не всегда точное. Принципиально важным отличием мемов от генов является возможность передачи вновь приобретенных («фенотипических») изменений. Другими словами, к мемам, в отличие от генов, вполне применим ламарковский принцип передачи потомкам благоприобретенных признаков.

Одним из важных выводов универсальной теории отбора является сформулированный Богдановым принцип цепного отбора.

Цепной отбор заключается в том, что различные части сложной системы подвергаются действию отбора не сразу, а один за другим в определенной последовательности, а именно от тектологически пограничных грушировок и связей к тектологически внутренним. Так как фактором отбора является среда, то очевидно, что ее преобразующее действие скажется в первую очередь на пограничной части системы, которая и должна непосредственно адаптироваться к среде, понимая термин «адаптация» в самом широком, не только биологическом смысле. Этот первый ряд изменений представляет изменяющее воздействие для второго «слоя», тот — для третьего и т. д., до элементов тектологически наиболее внутренних, наиболее косвенно испытывающих воздействие извне на систему. Схема цепного отбора применима ко всем селективным изменениям внутри достаточно сложной системы — кристалла, горного сооружения, организма, биоценоза, стаи, стада, муравейника, человеческого общества, общественных организаций, языка, научных теорий и пр.

Одной из ярких иллюстраций цепного отбора является схема эволюции приспособлений у высших животных, как она разработана в трудах А. Н. Северцова (1949). Все органы и признаки животных подразделяются им на две большие группы: 1) эктосоматические органы и признаки, находящиеся в непосредственных отношениях с условиями внешней среды (например, кожа с ее придатками, органы кожного чувства и органы высших чувств, зубы, когти, копыта, ногти и рога, плавники рыб, конечности наземных четвероногих, кишечный канал с его железами и т. д), и 2) эндосоматические органы и признаки, не стоящие в непосредственных отношениях с внешней средой, но морфологически и функционально связанные с эктосоматическими или другими эндосоматическими органами или признаками (например, сердце, почки, центральная нервная система, железы внутренней секреции и т. д.). Филогенетические, морфологические и экологические исследования приводят Северцова к следующим выводам: «В общем, эволюция любой группы животных протекает по следующей схеме: известные стороны той внешней среды, в которой обитает данная животная форма, изменяются в некотором определенном направлении; те эктосоматические органы, которые имеют непосредственное отношение к изменяющимся сторонам окружающей среды, приспособляются к изменяющимся условиям этой среды... Эндосоматические органы, находящиеся в функциональном соотношении с изменяющимися

ся эктосоматическими органами, приспособляются со своей стороны к наступившим изменениям в строении и функциях эктосоматических органов, в результате чего образуются новые координации (координации первого, второго и т. д. порядка) между эктосоматическими и эндосоматическими органами, с одной стороны, и между различными функционально между собою связанными эндосоматическими органами, с другой» (Северцов 1949 : 186–187). Легко заметить, что схема Северцова является частным случаем схемы цепного отбора.

Модусы отбора. Теория отбора уже достаточно хорошо разработана в биологии. Многочисленные исследования процесса естественного отбора, особенно за последние несколько десятилетий, показали, что в природе наблюдаются очень разные по интенсивности, направлению и эволюционным результатам формы, типы или модусы отбора. В очень большой степени они зависят от степени и характера изменчивости среды. Условия отбора очень различны в среде относительно консервативной или меняющейся очень медленно и в среде изменчивой. Очевидно, что направление отбора в консервативной среде является сравнительно устойчивым, в то время как в меняющейся среде оно, напротив, непостоянно. Однако, не меньшее, а во многих случаях и большее значение для характера, направления и интенсивности отбора имеет природа систем, их численность, изменчивость в пространстве и времени, и взаимоотношения со средой.

Обычно различают следующие модусы отбора: 1) стабилизирующий отбор (иногда с двумя его разновидностями — нормализующим и канализирующим), 2) направленный, ведущий или движущий отбор, и 3) разнообразящий, или диверсифицирующий отбор. Установленные для биологического отбора эти три модуса имеют более широкое значение и применимы к эволюции всех самовоспроизводящихся систем, как генов, так и мемов.

Наиболее обычным и распространенным является стабилизирующий отбор, который до некоторой степени соответствует дарвиновским представлениям о консервативной роли отбора. Теория стабилизирующего отбора была разработана главным образом И. И. Шмальгаузенем (1939, 1946, 1968), которому и принадлежит сам термин. В процессе стабилизирующего отбора фиксируется тот более или менее средний или модальный фенотип, который является оптимальным для данных условий среды, и отпадают все крайние, менее оптимальные его варианты. Так как модальный, или «типичный», фенотип размножается в данных условиях более

успешно, чем любые крайние варианты или новые мутации, то некоторые авторы называют такой отбор центростремительным. Легко показать, что стабилизирующий отбор действует и в эволюции языка (элиминация неудачных словообразований), религии (уничтожение еретических отклонений от догмы), научных теорий, государственных образований и пр. Во всех случаях он способствует стабилизации системы.

Направленный (по терминологии Шмальгаузена, ведущий или движущий) отбор благоприятствует частоте одних генных аллелей или генных комбинаций и подавляет другие. Обычно он происходит при изменениях условий существования, когда прежняя норма становится менее адаптированной, но если появляются новые благоприятные генные мутации или генные комбинации, направленный отбор может действовать и без изменения среды. В обоих случаях направленный отбор приводит к прогрессивному изменению структуры популяции. Искусственный отбор культурных растений и домашних животных также представляет собой сознательно направленный отбор. Направленный отбор очень ясно выражен в эволюции технологии, культуры, языка и многих общественных явлений.

Разнообразящий, или диверсифицирующий, отбор действует в полиморфной популяции, населяющей территорию с более или менее различными условиями существования. Когда различия между условиями существования разных частей ареала популяции достаточно резки и постоянны, отбор действует не центростремительно, к одному оптимальному фенотипу, а центробежно, к двум или более разным оптимумам, каждый из которых характерен для одной из этих ниш. Вполне естественно, что отбор в сторону разных оптимумов в разных группах особей должен вести к элиминации промежуточных типов и разрушению непрерывности популяции, к ее распаду. Внутри же каждой из этих групп будет действовать стабилизирующий отбор в сторону оптимума данной группы, т. е. центростремительно. Конечно, после фрагментации популяции и ее стабилизации дальше в каждой из дочерних популяций может при соответствующих условиях действовать направленный отбор, который вновь может уступить место разнообразящему отбору. Величайшие изменения биоты Земного шара, его флоры и фауны, обязаны комбинации направленного и разнообразящего отборов. Не в меньшей степени обязаны комбинации этих двух модусов отбора изменения в истории человеческих рас, наций, племен, цивилиза-

ций, общественных формаций, языков и многих других общественных явлений.

Матричный отбор при постоянной матрице. Наряду с указанными выше модусами отбора мы наблюдаем, притом в самых различных классах явлений, отбор принципиально иного типа, названный мною матричным отбором (Тахтаджян 1972). Он характеризуется тем, что при постоянной матрице не создает ничего нового, а лишь копирует уже существующие модели. Фактором отбора, действующим на объект (сохраняя или разрушая его), является не среда в обычном смысле слова, а лишь та матрица (от латинского слова *matrix* — матка), по которой отбираются его копии. Эти копии как бы штампуются по матрице и изоморфны ей. Поэтому матричный отбор можно с неменьшим основанием назвать изоморфным отбором. Матрица исполняет функцию среды, но среды с жестко фиксированной структурой. Этот тип отбора можно *назвать матричным отбором при постоянной матрице*, или *консервативным матричным отбором*.

Простейшим примером консервативного матричного отбора может служить процесс обработки металла давлением при помощи различных штампов. Механизм отбора выражается здесь в дифференциальном сохранении тех форм и контуров обрабатываемого металла, которые изоморфны штампу. Статистический характер этого процесса штамповки очевиден, и он вполне подходит под схему отбора в его наиболее абстрактном понимании. Элементарными формами консервативного матричного отбора являются также отливка литер для набора, процесс типографского печатания, печатание позитивных снимков по негативам (матрицей является негатив) и многие другие технические процессы. Но еще лучше подходит к схеме консервативного матричного отбора работа машины, известной под названием вибропитателя. «Представим себе большой ящик, — пишет Л. Теплов (1963 : 125), — в котором беспорядочно засыпаны заготовки, какие-нибудь необточенные болты. Ящик все время трясется, и болты через воронку попадают к отверстию-калибру, устроенному внизу. Воронка постепенно упорядочивает положения болтов, и через калибр они проходят строго ориентированными, а те, которые не проходят в калибр, выбрасываются». Очень хорошим примером консервативного матричного отбора является процесс кристаллизации при наличии затравки. Процессы обучения и воспитания, как и пропаганды и агитации, также основаны на матричном отборе. Так,

воспитание сводится к дифференциальному сохранению идей и представлений, соответствующим взглядам и убеждениям воспитателя. Во всех этих случаях в результате матричного отбора модель репродуцируется в виде более или менее изоморфных отображений. В ряде случаев степень изоморфности может быть столь высокой, что воспроизводятся точные копии матрицы. Случаем подобной точной репродукции матрицы является обычный процесс редупликации хромосом, которая представляет собой типичный случай консервативного матричного отбора. По мнению Ф. Крика (1959), каждая из двух взаимно дополняющих спиральных цепей молекулы ДНК может служить своеобразным штампом, который способен «отштамповать» дополняющую его цепочку. Он считает, что каждая цепь «подбирает» необходимые части из каких-то единиц. Время от времени такая свободная единица будет прикрепляться своим основанием к основанию одиночной цепи ДНК. Другая свободная единица может присоединиться к соседнему основанию цепи ДНК. Если эти две вновь присоединившиеся единицы не образуют подходящей пары с основанием цепи, к которой они присоединились, они не могут соединиться между собой, так как находятся не на должном расстоянии. Поэтому такие единицы рано или поздно оторвутся от цепи и будут заменены другими. Но если две соседние «вновь прибывшие» единицы составят нужные пары с основаниями цепи, то расстояние между ними будет таким, что они смогут соединиться между собой и начнут образовывать новую цепочку. Таким образом, в гипотезе Крика в сущности выражена идея матричного отбора. Аналогичную идею высказывает Теплов (1963 : 12), который сравнивает редупликацию хромосом и биосинтез белков с работой вибропитателя.

Любая матрица, будь то кристалл, вибропитатель, хромосома или воспитатель, несет в себе то или иное количество информации. При матричном отборе информация не увеличивается, она, наоборот, имеет тенденцию к уменьшению. Матричный отбор при постоянной матрице не создает, таким образом, ничего нового и информация при этом не увеличивается. Когда же в матричный отбор вмешивается шум, появляется ошибка, то количество информации даже уменьшается.

Матричный отбор с переменной матриц или комбинацией матриц. В отличие от матричного отбора при постоянной матрице, матричный отбор со сменой разных матриц или с их комбинацией

имеет созидательный (эмергентный) характер и в свою очередь дает материал для отбора самих матриц.

Отбор с переменной матриц характеризуется тем, что отбор начинается по одной матрице, но с какого-то момента продолжается далее по другой матрице, отличающейся от первой. Так, если клетка заражена двумя разными вирусами, то возможно, что репликация ДНК (или РНК), начавшаяся по матрице одного вируса, будет продолжена и завершена при использовании в качестве матрицы ДНК другого вируса. Новый вирус, получившийся в результате этого «копирования» с переменной матриц, будет представлять собой новую форму с новыми свойствами. В социальной жизни такого рода перемена матриц происходит, например, при смене руководителей или воспитателей.

Аналогичный эффект достигается при комбинировании матриц при их сочетании в новую, «гибридную» матрицу. Типичным случаем комбинирования матриц является гибридизация у организмов, размножающихся половым путем. Комбинированная матрица, в свою очередь, может стать объектом отбора. Другими словами, здесь осуществляется обратное воздействие на матрицу, своего рода обратный отбор, известный в кибернетике под названием «обратной связи».

Отбор на основе шумов в матрице. Гибридогенные новые формы организмов подвергаются отбору, в результате чего эволюционируют их генетические матрицы. Матрицы становятся объектом отбора и тогда, когда в их структуре появляются случайные изменения, или «шум». Когда в строение матрицы вмешивается шум, в ней появляется ошибка (например, генетическая или меметическая мутация), при чем количество полезной информации обычно уменьшается (вредные мутации). Но в тех более редких случаях, когда изменение в матрице оказывается функционально полезным, это дает новую информацию, которая в результате отбора сохраняется и дает начало новой линии развития матрицы.

Дрейф репликаторов и отбор. В биологии стохастические процессы в эволюции, кроме фундаментального закона естественного отбора, проявляются в форме дрейфа генов, генетического дрейфа или, по терминологии С. С. Четверикова, генетико-стохастических процессов. Под дрейфом генов понимают случайные изменения концентрации какого-либо аллеля (от греч. *allelon* друг друга взаимно), т. е. одной из двух или более альтернативных

структурных состояний гена, каждая из которых характеризуется уникальной последовательностью нуклеотидов в ряду поколений. «В результате таких случайных колебаний концентрации аллеля, рано или поздно наступит момент, когда данный аллель или случайно снизится до нулевого уровня и в популяции останется только другой аллель, или же, напротив, — первый аллель поднимется до 100 %, а противоположная форма исчезнет. В небольших популяциях эти процессы идут очень быстро и вытеснение одной из форм другой в порядке случайности после ряда колебаний концентрации практически неизбежно. В дальнейшем вся эволюция может пойти по-разному, в зависимости от того, какой аллель завоевал популяцию» (Малиновский 1974 : 103–104). Но как это подчеркивает и Малиновский, этот случайный выбор направления дальнейшей эволюции всегда контролируется отбором.

Роль дрейфа генов в эволюции организмов, в том числе и человека, очень велика. Более того, понятие дрейфа имеет универсальное значение и применимо к эволюции любых саморазмножающихся систем. Идея дрейфа генов, высказанная еще в прошлом веке, была широко разработана в 30-х годах. Было показано, что случайное сохранение генов может играть весьма значительную роль в судьбе популяций. Генетико-стохастические процессы связаны с постоянно наблюдающимися в природе сезонными и вековыми колебаниями численности популяций («волны жизни» С. С. Четверикова), миграциями и существованием изолированных малых популяций. В природе встречается бесчисленное число малых популяций. Особенно характерны такие популяции для периферии ареалов, для высокогорий с сильно пересеченным рельефом, изолированных горных массивов и ущелий, изолированных водоемов, океанических островов, а также выходов известняков, меловых обнажений и пр. Но даже и большие популяции могут неоднократно уменьшаться и вновь увеличиваться в размерах, и, кроме того, от них в результате миграции могут отпочковываться малые, часто ничтожно малые популяции.

В 1931 г. Д. Д. Ромашовым было отчетливо сформулировано представление о неадаптивных популяционно-генетических процессах, причину которых он видит в «ошибках выборок», очень усиливаемых четвериковскими «волнами жизни». По мнению Ромашова (1931 : 445), особенно интересен тот случай, когда в период наибольшей депрессии в популяции возникает какая-нибудь очень редкая мутация и когда эта мутация после увеличения численности

популяции и окажется одной из самых обычных. Как отмечает В. В. Бабков (1985 : 116), здесь Ромашовым уже сформулировано явление, в настоящее время часто называемое «эффектом горлышка бутылки» (bottle-neck effect). Очень многие популяции, численность которых под влиянием неблагоприятных условий резко сокращается, оказываются на грани полного исчезновения. Если в дальнейшем таким популяциям удастся все же пройти через «бутылочное горлышко» и восстановить свою численность, то вследствие дрейфа генов частота аллелей значительно изменится. Хорошо известно, что «эффект бутылочного горлышка» имел большое значение в эволюции популяций человека, в происхождении рас, наций и племен. Как в указанной выше работе Ромашова, так и в более ранних работах некоторых других генетиков, фактически содержится также идея, сформулированная впоследствии Эрнстом Майром (Mayr 1942, 1963) под названием «принципа основателя» (founder principle). Принцип основателя (или, по другому, принцип родоначальника) проявляется и в тех случаях, когда новую популяцию основывает единственная оплодотворенная самка, единственное семя обоеполого самоопыляющегося семенного растения или единственная спора равноспорового папоротника. По существу генетический эффект здесь будет тот же, что и в случае резкого и быстрого уменьшения размеров популяции. В обоих случаях вся последующая эволюция начинается с того, что досталось на долю новой колонии особей или что осталось в резко уменьшившейся популяции. А так как на долю каждой новой колонии приходится разный запас мутантных генов, то и их дальнейшая судьба неизбежно идет в разных направлениях. Таким образом, принцип основателя представляет собой специальный, хотя и очень распространенный, случай генетического дрейфа.

Генетико-стохастические процессы отнюдь не скрывают действие отбора. В каждой популяции, большой или малой, действует как та или иная форма отбора, так и те или иные генетико-стохастические процессы. Но если в больших популяциях эффективность отбора очень высокая, а роль генетического дрейфа относительно незначительна, то в изолированных малых популяциях эмергентный отбор очень неэффективен или даже отсутствует, а стохастические колебания в концентрации аллелей доминируют. В больших популяциях свободное скрещивание позволяет осуществить много новых комбинаций генов, но, как правило, не дает возможность их закрепить.

В малых популяциях родственное скрещивание ограничивает возможности комбинаторики, но зато комбинации могут быстро закрепиться. В первом случае эволюция вполне адаптивна и, как правило, медленна, во втором случае она имеет обычно неадаптивный характер и может протекать максимально быстро. Все разнообразные формы проявления генетического дрейфа подтверждают существование неадаптивных эволюционных процессов. Более того, некоторые эволюционные генетики считают, что основной механизм в происхождении видов является в основе своей неадаптивным. Во всяком случае несомненно, что генетико-стохастические процессы в сильнейшей степени способствовали великому разнообразию организмов и во многих случаях дали новое направление эволюции, создавая неожиданные и без их участия маловероятные или даже невозможные структурные преобразования, тем самым очень часто резко меняя весь ход дальнейших преобразований.

Почти все основное, что было сказано выше о дрейфе генов относится и к меметико-стохастическим процессам, т. е. дрейфу мемов — языков, религиозных и политических догматов, идей, обрядов, суеверий, моды и прочих репликаторов. Дрейф имел огромное значение в эволюции языков, в частности в происхождении локальных диалектов. По мнению Сэпира (Sapir 1949 : 151), «...no language can spread over a vast territory...without keep a large population from segregating itself into local groups, the language of each of which tends to drift independently» (см. также Gärard et. al. 1956). В горных странах, например на Кавказе, в результате меметико-стохастических процессов происходит интенсивная и в основе своей неадаптивная дифференциация языков на диалекты. Меметический дрейф играет большую роль не только в эволюции языков, но также религий, искусства, и даже научных концепций.

Роль случайных событий в эволюции сложных систем отнюдь не исчерпывается явлениями дрейфа репликаторов. Как отмечает Малиновский (1974 : 108), «в условиях ограниченной популяции мутационный процесс вносит в эволюцию элемент случайности не меньше, чем дрейф генов». То же самое мы можем сказать о мутационном процессе в ограниченных «популяциях» носителей мемов.

7. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПОРЯДКА ИЗ ХАОСА В РЕЗУЛЬТАТЕ ОТБОРА

Всюду в мире, в природе, как и в человеческом обществе, наблюдаются спонтанные процессы перехода хаоса в порядок, своего рода «самоорганизация» или спонтанное структурирование хаоса. Однако следует иметь в виду, что хаос — это предельное понятие, ибо абсолютного хаоса, вероятно, не бывает вообще, так как в хаосе должны происходить хотя бы самые начальные процессы структурирования. Результатом самоупорядочения хаоса являются облака, снежинки, спонтанная кристаллизация, растительные сообщества, биоценозы, общественные организации, Солнечная система и Вселенная в целом. Самоорганизация, как мы здесь ее понимаем, представляет собой индетерминированный, стохастический процесс, регулируемый отбором. Онтогенез организма, регулируемый геномом, или организация государственного учреждения, управляемая администрацией, нельзя называть самоорганизацией, хотя процессы самоорганизации в них несомненно присутствуют. Фактически нет самоорганизующихся систем как таковых, есть только спонтанные процессы самоорганизации, которые могут присутствовать и в самых высокоорганизованных системах.

Спонтанное возникновение порядка из хаоса возможно, когда в хаотическом движении находятся элементы, совместимые друг с другом, способные к образованию взаимно корреляционных связей. Для обозначения этой способности единиц к установлению связей я считаю полезным пользоваться обобщенным понятием валентности, заимствованном из химии и лингвистики (в лингвистике под валентностью понимается потенциальная сочетаемость фонем, морфем, слов и других языковых элементов). Трудно себе представить самоорганизацию без ковалентности вступающих в связь единиц.

Всюду, как в природе, так и в человеческом обществе, широко распространено возникновение порядка из хаоса, состоящего из однородных элементов. Примерами могут служить образование облаков, самоорганизация толпы или часто наблюдающийся в театральных и концертных залах переход беспорядочных аплодисментов в упорядоченную, ритмичную последовательность. Особый интерес представляет широко распространенный в природе процесс спонтанной кристаллизации, в результате которой возникает

упорядоченное, трехмерно-периодическое расположение составляющих кристалл атомов и молекул, образующих кристаллическую решетку. Очевидно, этот своеобразный характер расположения частиц кристалл обязан валентным углам между линиями химических связей.

Во всех тех случаях, когда структура возникает из хаоса, состоящего из разнородных элементов, кроме валентности нужна также взаимная дополнительность, комплементарность, по принципу «ключ — замок». Хорошими примерами являются образование четвертичной структуры белков или комплекса антиген — антитело. Особенно ярко проявляется комплементарность в структуре двуспиральных ДНК и РНК, где две полинуклеотидные цепи образуют в результате комплементарного взаимодействия пар пуриновых и пиримидиновых оснований двуспиральную молекулу. Комплементарность лежит в основе самосборки многих важнейших биологических и социальных структур, таких как симбиоз организмов, биоценозы и экосистемы, человеческое общество. На ее же основе возникает спонтанное сотрудничество людей с взаимно-дополняющими интересами и специальностью.

Трудно представить себе переход хаоса в порядок без «проб и ошибок», без механизма отбора. Даже при наличии сильно выраженной валентности или комплементарности, или и того и другого, не могут все элементы хаоса объединиться без отбора.

8. ОТБОР И РЕГУЛЯЦИЯ В СИСТЕМАХ ПОДВИЖНОГО РАВНОВЕСИЯ

Обобщенный принцип Ле Шателье. Регуляция систем подвижного равновесия выражается в обобщенном принципе Ле Шателье, известном также под названием «закона адаптации». Близко к этому принципу подошел еще Герберт Спенсер, который писал, что «подвижные равновесия обладают известной способностью сохраняться, которая проявляется в том, что возмущение нейтрализуется и происходит приспособление равновесия к новым условиям». Очень близок к принципу Ле Шателье принцип «гомеостаза», введенный Кэнноном (Cannon 1932).

В своей обобщенной форме принцип Ле Шателье формулируется следующим образом: всякая система подвижного равновесия

стремится измениться таким образом, чтобы свести к минимуму эффект внешнего воздействия. Устойчивость систем равновесия объясняется все тем же механизмом отбора. Под влиянием возмущающих воздействий среды в такой динамической системе равновесия возникают всевозможные изменения, из которых менее благоприятные для системы отбором устраняются, а более благоприятные сохраняются. В результате такого внутрисистемного отбора возникает уравнивающая структурная тенденция, изменяющая эффект внешнего воздействия (Богданов 1925 : 258). Следовательно, принцип Ле Шателье логически выводится из принципа отбора. В качестве простейшего примера саморегулирования в системе равновесия Богданов приводит обыкновенные весы с двумя чашками. Если на одну их чашку положен лишний груз, то она начинает опускаться вниз, перетягивая другую. Чем больше наклоняется коромысло, тем в большей степени обнаруживается механическое противодействие системы этому нарушающему процессу: падение чашки из ускоренного становится замедляющимся, потом сменяется обратным движением вверх, опять порождающим себе противодействие: затем снова движением вниз, более коротким, чем первое: и после нескольких таких колебаний весы устанавливаются в новом, измененном равновесии, которое соответствует измененным механическим условиям. Таким образом весы как бы сами регулируют свое положение, стремясь поддержать его возможно ближе к первоначальному. Новое равновесие достигается путем отбора такого положения чашек, которое обеспечивает устойчивость системы в новых механических условиях. Очевидно в принципе по этой же схеме происходит процесс саморегулирования в других системах подвижного равновесия, например в системе «хищник и жертва» в биоценозе или «спрос и предложение» в экономике.

Бирегуляция. Во всех системах подвижного равновесия происходит двойное внутреннее регулирование — такова другая формулировка принципа Ле Шателье. Для обозначения саморегулирующихся систем Богданов (1927 : 129) ввел понятие «бирегулятора», т. е. двойного регулятора. При бирегуляции две системы или две подсистемы одной системы взаимно регулируют друг друга. Другими словами, бирегулятор есть такая система, для которой не нужно регулятора извне, потому что она сама себя регулирует. В качестве одного из примеров он приводит паровую машину. В паровой машине может быть устроено так, что скорость хода и давление

пара взаимно регулируют друг друга: если давление поднимается выше надлежащего уровня, то возрастает и скорость, а зависящий от нее механизм тогда уменьшает давление, и обратно. В общественной организации бирегулятор очень распространен в виде систем «взаимного контроля» лиц или учреждений. Механизм двойного взаимного регулирования очень распространен как в природе, так и в человеческой практике. Всюду, где мы наблюдаем устойчивые системы подвижного равновесия, имеется и бирегулятор.

Бирегуляция представляет собой фактически систему регулирования замкнутого цикла, т. е. эквивалентна «обратной связи» в кибернетике. Принцип «обратной связи» был введен в технику еще Христианом Гюйгенсом. В созданных им маятниковых часах имеется такого рода связь между управляемой и управляющей частями, которая обеспечивает обратную подачу управляющему органу переменного воздействия от управляемой системы. Такого рода связь Е. Румер в 1906 г. назвал «обратной связью». В 1911 г. идея обратной связи под названием «параллельно-перекрестного воздействия» была выдвинута также физиологом Н. А. Беловым, который рассматривал это воздействие как проявление общего закона, имеющего значение не только в биологии, но также в физике, химии и пр. (см. Малиновский 1960, Петрушенко 1968).

Винер (Wiener 1961, Винер 1983) следующим образом определяет обратную связь: «Когда мы хотим, чтобы некоторое устройство выполняло заданное движение, разница между заданным и фактическим движением используется как новый входной сигнал, заставляющий регулируемую часть устройства двигаться так, чтобы фактическое движение устройства все более приближалось к заданному». Легко видеть, что это определение обратной связи относится в сущности только к автоматически регулируемым техническим устройствам и биологическим системам. Очень хорошим примером обратной связи в таком более узком смысле этого термина является одна из древнейших систем автоматического регулирования — приспособление на ветряных мельницах, дававшее возможность всегда держать их крылья против ветра. Это приспособление состояло из миниатюрной ветряной мельницы, которая могла поворачивать основную мельницу в нужном направлении. Крылья меньшей мельницы находились под прямым углом к крыльям основной мельницы. В тех случаях, когда последние стояли под слишком малым углом к ветру, начинали вращаться крылья меньшей мель-

ницы, которая и поворачивала крылья основной, ставя их в рабочее положение (Тастин 1961 : 43). Обратная связь, осуществляемая в такой ветряной мельнице, вполне соответствует определению Винера. Другим примером является биохимический процесс, приводящий к образованию энзима, присутствие которого стимулирует производство его самого. Кибернетики в таких случаях говорят о петле положительной обратной связи. Автокаталитические процессы со сложными процессами взаимного катализа составляют самую основу жизни и широко распространены также в социальных явлениях.

Очень широкое понимание обратной связи мы находим у Эшби (Ashby 1958, Эшби 1959). Он считает, что если действие между частями динамической системы имеет круговой характер, когда обе части воздействуют друг на друга, то мы говорим, что в ней имеется обратная связь. Другими словами, обратной связью является любой замкнутый контур регулирования. Обратная связь, в понимании Эшби, полностью совпадает с богдановской концепцией бирегуляции.

Любая сколько-нибудь сложная система подвижного равновесия представляет собой циклически замкнутую сеть взаимодействующих петель обратной связи. В этой циклической сети нет начального звена, подобно тому как в окружности нет начальной точки. Это своего рода «гиперцикл», как его называет Эйген (см. Eigen 1971, 1992, Eigen und Winkler 1973, Eigen and Schuster 1977). В такой циклической системе процессы, находящиеся в причинной связи, соединены еще обратной связью. Поэтому, как отмечают Эйген и Винклер, схоластический вопрос «что возникло раньше, курица или яйцо?» сводится к абсурду. Не менее абсурдна основная догма исторического материализма, согласно которой «общественное бытие определяет общественное сознание», «базис определяет надстройку». Согласно известному положению Маркса, производственные отношения, соответствующие определенной ступени развития материальных производительных сил и в совокупности составляющие экономическую структуру общества, представляют тот реальный базис, на котором возвышается юридическая и политическая надстройка и которому соответствуют определенные формы общественного сознания. Согласно этому положению, само изменение экономической структуры вызывается и обуславливается изменением характера материальных производительных сил общества. Хотя сторонники исторического материализма и признают обратное воздействие надстройки на базис, но, по их мнению,

в этом взаимодействии определяющую роль в конечном счете играет базис. В действительности ни один из элементов сложного социального гиперцикла не является определяющим. Более того, в определенные моменты истории некоторые идеи могут иметь большее, а иногда даже значительно большее значение, чем весь комплекс материальных производительных сил. Представим себе, что материальные производительные силы, как и вся экономическая система полностью разрушены, но технические и научные знания сохранились. В таком случае через непродолжительное время экономика может восстановиться. Но представим себе, что исчезают все знания, а материальная база сохраняется. Очевидно, это привело бы к полному краху экономики. Таким образом, общественное сознание играет не меньшую, а в некоторых случаях даже может играть значительно большую роль, чем общественное бытие. Более того, идеология может изменить даже весь ход мировой истории, как это видно на примере исторической роли христианства и ислама. История почти всего двадцатого века во многом свелась к ожесточенной борьбе большевизма и национал-социализма друг с другом и с демократией. Однако грандиозные изменения, вызванные идеологическими факторами, отнюдь не нарушают цикличность общественного развития. Несостоятельность «центральной догмы» марксизма хорошо показал Питирим Сорокин (1922) в своей рецензии на книгу Николая Бухарина «Теория исторического материализма». «Между бытием и сознанием, «базисом» и «надстройкой», существует не одностороннее причинно-следственное отношение, а отношение двусторонней взаимозависимости. Связь между «бытием» и «сознанием» не причинно-следственная (необратимо-односторонняя), а функциональная (обратно-двусторонняя)», — пишет Сорокин. Исторический материализм он считал «устарелым монизмом». Однако, несмотря на свою устарелость, он все еще имеет много сторонников.

9. СИСТЕМНЫЕ КРИЗИСЫ, МУТАЦИИ И КАТАСТРОФЫ

Преобразования систем могут быть очень постепенными, плавными, подобно таянию льда, росту кристалла, росту организма или микроэволюционным процессам в развитии органического мира, но они могут представлять собой и более резкие, крутые переломы

в их развитии, поворотным пунктом в изменении их структуры. Второй тип преобразований подходит под категорию кризисов (от греч. *krisis* — поворотный пункт, решение) Под понятие кризисов подходят такие разнородные явления, как кипение воды, наводнение, землетрясение, вулканическое извержение, промышленные, финансовые и политические кризисы, болезнь, социальные реформы или революции, новые парадигмы в развитии науки. Кризисы неоднократно происходили в истории человечества. Одним из наиболее ярких примеров является продолжительный кризис Советского Союза, закончившийся сравнительно мирным его распадом. Более катастрофичным был распад Югославии. Следует, однако, иметь в виду, что понятие кризиса относительно и зависит от задачи исследования. Так, например, в онтогенезе организма наблюдаются определенные промежуточные стадии, которые также можно рассматривать как относительные кризисы. Хорошим примером промежуточного кризиса в онтогенезе являются личиночные формы у насекомых, проходящих метаморфозы. Таким образом, вслед за Богдановым, можно говорить о кризисах разных степеней или порядков.

Особый тип кризисов представляют очень резкие, скачкообразные преобразования систем, или мутации, понимая последние обобщенно, в смысле Уитцмана (Witzman 1933–1934). Сущность любого скачкообразного кризиса заключается в таких резких изменениях отдельных элементов системы или системы в целом, которые приводят к быстрому или даже внезапному изменению путей дальнейших ее преобразований. Под понятие мутации подходят такие различные по своей природе явления, как генные мутации и хромосомные перестройки, макроэволюционные процессы, периоды острых социальных перемен, и многое другое. Чем более в двух разных случаях сходна структура систем и факторы среды, тем вероятнее сходство результатов мутационных изменений. Прогноз результатов мутации отчасти облегчается тем, что число возможных результатов зависит от структуры системы и ее взаимоотношений со средой и поэтому всегда более или менее ограничено. Мутации любого рода являются материалом для отбора. В первую очередь именно мутационной изменчивостью систем объясняется все потрясающее их разнообразие.

Некоторые формы скачков можно рассматривать как катастрофы. Так, некоторые крупные революции, например Французскую

революцию, можно рассматривать и как скачок в развитии общества, и как катастрофу прежней политической системы.

Далеко не всегда можно отличить мутацию от типичного немутационного кризиса. Имеются как переходные формы, так и комбинации тех и других. В этом отношении показательны, например, эпидемии, особенно массовые. Под эпидемией обычно понимается значительное распространение какой-либо инфекционной болезни, но эпидемию можно понимать шире, как распространение любой заразы, в том числе психической. В истории человечества распространение вредных и летальных мемов очевидно во многих массовых движениях вплоть до политических движений XX века, вызванных эпидемией летальных мемов религиозного фанатизма, фашизма, национал-социализма и коммунизма. Повсюду наблюдается коллективное возбуждение масс, вызванное демагогическими лозунгами, предрассудками, химерическими идеями, фанатической злобой и политическими, этническими и религиозными конфликтами. Катализаторами массовых психических эпидемий являются шаманы, пророки, религиозные реформаторы, демагоги, фюреры и всякого рода харизматические монстры. Характерной чертой всех этих личностей является глубоко укоренившееся чувство неполноценности и параноидальное мышление. Лучшие примеры — Ленин и Гитлер. Но не меньшее, а во многих случаях даже большее значение имеет характер толпы, «массы», ее внушаемость и интеллектуальный и моральный уровень.

Толпа — это собрание людей, имеющее совершенно новые эмергентные свойства, отличающиеся от тех, которые характеризуют входящих в ее состав отдельных индивидов. Толпа — это нечто вроде сверхорганизма, это почти монстр и чем она больше, тем ужаснее. С увеличением толпы ее интеллектуальный уровень только понижается. Вот что пишет по этому поводу Карл Густав Юнг (Jung 1978, русский перевод 1995 : 190) обращаясь к своему собеседнику: «Вы понимаете, что сто самых интеллектуальных в мире людей составят вместе тупую толпу? Десять тысяч таких обладают коллективной интеллектуальностью крокодила. Вы, должно быть заметили, что разговор за обедом тем ничтожней, чем больше число приглашенных? В толпе качества, которыми кто-либо обладает, размножаются, накапливаются и становятся преобладающими для толпы в целом». И далее: «Не всякий обладает достоинством, но всякий является носителем низких животных инстинктов, обладает

внушаемостью пещерного человека, подозрительного и злобного дикаря. Вследствие этого многомиллионная нация являет собой нечто даже нечеловеческое. Это ящерица или крокодил, или волк. Нравственность ее государственных деятелей не превышает уровня животногоподобной нравственности масс, хотя отдельные деятели демократического государства в состоянии несколько приподняться над общим уровнем». Во многих отношениях большая нация подобна большой толпе, легко внушаема и обладает слабым иммунитетом к вредным и даже летальным мемам. Поэтому, как считает Юнг, малые нации предполагают малые катастрофы, а большие нации предполагают большие катастрофы. В связи с этим встает вопрос о моральных качества большинства — любого большинства, толпы, нации, собрания или партии. Вот что пишет об этом Алексис де Токвиль (Tocqueville 1835, русский перевод 1992 : 194), знаменитый автор книги о демократии в Америке: «Моральная власть большинства отчасти основана на представлении о том, что собрание, состоящее из множества людей, обладает большими знаниями и мудростью, чем один человек, на доверии количеству законодателей, а не их качеству. Это — теория равенства, распространенная на умственные способности человека, учение, которое наносит удар человеческой гордости в ее последнем убежище. Поэтому меньшинству нелегко принять его, и оно привыкает к нему лишь со временем». Мысль о том, что в области управления обществом большинство народа имеет неограниченные права, кажутся Токвилю кощунственной и отвратительной, но в то же время он считает, что источником любой власти должна быть воля большинства. Таким образом, волю большинства приходится признать как необходимое зло. Все это достаточно освещено в социологии и аналитической и социальной психологии. Другим примером эпидемии является распространение компьютерных вирусов. В обоих случаях мы имеем дело с эпидемией мемов. Массовое распространение мемов зависит как от скорости их саморепликации, так и той социокультурной среды, в какую они попадают (подробнее о меметических эпидемиях см. Lynch 1996). Массовой эпидемии способствует пониженный иммунитет, вызванный социальными кризисами.

Любая финальная стадия любого структурного кризиса является лишь временной. Рано или поздно она неизбежно становится исходным пунктом для новых преобразований. Это, в первую очередь, относится к сложным системам, особенно биологическим, социальным,

концептуальным, художественным. Так, в экологии принято считать, что в каждом данном типе местообитания со временем возникнет некое естественное заключительное сообщество (климакс), которое соответствует стадии предельного равновесия. Но, как считают экологи, все высказывания о заключительном сообществе, как и вообще о заключительной экосистеме, являются весьма относительными. Строго говоря, ни развитие растительного сообщества, ни развитие почвы никогда не приходят к завершению, ибо с течением времени изменяется не только климат, изменяется также и комплекс видов, составляющих эти сообщества. Некоторые систематические единицы широко распространяются, другие вымирают, и в результате возникают новые формы.

Начальная и заключительная стадии системного кризиса связаны с большим или меньшим числом более или менее выраженных переходных или промежуточных стадий. Такие переходные стадии очень хорошо выражены в естественных сменах растительных сообществ, известных под названием сукцессий. Каждая такая сукцессия развивается в определенном направлении, зависящем от условий местообитания и экологических особенностей населяющих видов. Через ряд относительно менее устойчивых промежуточных стадий сукцессия завершается относительно более устойчивым, заключительным сообществом, или климаксом.

В линейных системах результаты кризиса как бы уже заданы в их структуре и в их отношениях к среде. Но когда речь идет о достаточно сложных нелинейных системах, особенно биологических и социальных, обычно существует несколько, а иногда даже множество возможных путей и результатов кризиса. Прогноз промежуточных состояний системы, особенно сложных, нелинейных систем, обычно гораздо труднее, чем прогноз конечных результатов преобразования. Экологу гораздо легче предвидеть то заключительное растительное сообщество, которое сформируется в будущем в данном местообитании, чем установить те промежуточные стадии, через которые оно пройдет. Но прогноз конечной стадии обычно бывает и гораздо важнее. «Если нам известны тенденции кризиса и те условия, в которых они развертываются, то является возможность заранее предвидеть конечный результат кризиса — *то предельное равновесие*, к которому он тяготеет» (Богданов 1928 : 22). В то же время «чем более, в двух разных случаях, сходна совокупность элементов и среда, в которой они находятся, тем более велика вероятная степень сходства предельных равновесий, к которым

тяготеют в обоих случаях процессы формирующие и регулирующие (группировки и подбор)» (Богданов 1928 : 23). При этом, очевидно, предвидение менее устойчивых промежуточных фаз должно быть более трудным, чем прогноз заключительного этапа.

Особую форму кризиса составляют катастрофы, т. е. полное разрушение системы, ее распад, гибель. Катастрофы особенно характерны для метастабильных систем или систем ложного равновесия, т. е. для систем, находящихся в недостаточно устойчивом, «возбужденном» состоянии, из которого они могут перейти в более устойчивое состояние самопроизвольно или под действием внешних факторов. В таких системах процессы, приводящие к нарушению равновесия, могут медленно протекать и раньше, но для нарушения равновесия требуется толчок, играющий роль триггера или катализатора. Для ускорения темпа уже идущих процессов нарушения равновесия энергия триггера должна быть достаточной, превосходящей некий минимум. В результате действия катализирующего фактора равновесие резко нарушается, происходит катастрофа. Примерами могут служить возбужденные состояния ядер, атомов и молекул, жидкость в состоянии перегрева или переохлаждения, легко распадающиеся химические соединения, многие явления в атмосфере, острые социальные кризисы и пр.

Катастрофы можно разделить на два типа — экзогенные и эндогенные. В первом случае они вызваны воздействием разного рода внешних событий (как, например, молния, извержение вулкана, землетрясение, наводнение и пр.) или столкновением с другими аналогичными системами (например, столкновение двух поездов или самолетов). В отличие от таких внезапных экзогенных катастроф, эндогенные катастрофы возникают внутри самой системы, в ходе ее развития. К этой категории катастроф можно отнести такие процессы, как радиоактивный распад или естественная смерть одряхлевшего организма.

Для тектологии особенно интересны эндогенные катастрофы. Они бывают двух основных типов — взрыва и коллапса (распада, развала), связанных между собой всеми переходами. Взрывной тип катастрофы характеризуется освобождением большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени. Типичными примерами взрыва являются спонтанные взрывы химических взрывчатых веществ. Примерами взрывов, происходящих в природе, являются хромосферные вспышки на солнце, вспышки новых и сверхновых звезд, мощные электрические разряды в атмосфере

во время грозы, внезапное извержение вулкана. Типичным примером взрыва в обществе является революция, разражающаяся взрывом.

Коллапс характеризуется возрастающим ослаблением внутрисистемных связей, приводящей к внезапному тотальному разрыву связей (дезинтеграции) и, как следствие, разрушению системы. Самый незначительный толчок может вызвать распад даже гигантской системы, если дезинтеграции в ней достигли предела. Примерами могут служить оползни, внезапное разрушение прогнившего здания, распад полностью деморализованной армии или распад прогнившей государственной системы. Развал Британской Империи и Советского Союза являются типичными примерами коллапса.

В связи с общей теорией катастроф необходимо упомянуть получившую широкую известность работу французского математика Р. Тома (Thom 1975), посвященную структурной стабильности с попыткой дать общую теорию моделей. Применяя созданную Пуанкаре топологическую теорию динамических систем к модельным прерывистым явлениям, со специальной эмфазой на биологию, он рассматривает проблему структурной стабильности. Однако созданная им «теория катастроф» фактически не содержит в себе ничего существенно нового и для тектологии не представляет особого интереса. Сомнительно, чтобы чисто математическая теория могла охватить всю тектологическую теорию кризисов и катастроф.

10. ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ И ИНТЕГРАЦИЯ

Роль комплементарных процессов дифференциации и интеграции столь велика в эволюции сложных систем, что заслуживает специального рассмотрения. В «Основных началах» Герберта Спенсера впервые дана универсально-обобщенная теория дифференциации и интеграции, развитая позднее в тектологии Богданова. Спенсер считал, что различные части однородного агрегата неизбежно подвержены действиям разнородных сил, разнородных по качеству или по напряженности, вследствие чего и изменяются различно и что однородная сила, сообщаемая агрегату, производит несходные изменения в различных его частях, делает однообразное многообразным, а многообразное еще более многообразным. Отсюда он делает вывод, что всякая дифференцированная часть служит не только центром новых дифференциаций, но и источником

их, ибо, делаясь все более и более отличной от других частей, она становится центром различных реакций на посторонние силы и, увеличивая таким образом разнообразие действующих сил, увеличивает разнообразие порождаемых ими следствий. Наконец, касаясь интеграции, он пишет, что когда несходные посторонние силы сделали части агрегата несходными по природе составляющих их единиц, то необходимо возникает стремление к их интеграции. Эта интеграция, сопровождающая дифференциации, проявляется во всех формах развития: в образовании небесных тел, в органических изменениях, в установлении умственных различий, в генезисе общественных разделений.

Принцип дифференциации. Сформулированный Спенсером принцип неизбежно возникающей неоднородности внутри любых систем имеет первостепенное значение для тектологии и подробно рассматривается Богдановым (1927). Каково бы ни было сходство частей системы, между ними всегда окажутся какие-либо, пусть даже незначительные различия. При этом, чем сложнее системы, тем, вообще говоря, больше будет этих различий. Наоборот, чем проще, однороднее системы, тем более сходны ее части между собой. Более того, и сама среда разных частей системы, и, следовательно, их внешние отношения, тоже должны быть неодинаковы. И опять-таки, чем сложнее эти внешние отношения, тем, вообще говоря, более различны они должны быть. Поэтому, если мы даже допустим существование вполне однородной системы, состоящей из вполне одинаковых элементов, то при неизбежных различиях в условиях среды между отдельными частями системы обязательно возникнут различия, которые будут неуклонно возрастать.

Если даже система окружена однородной средой, то какова бы ни была степень однородности последней, внутрисистемная дифференциация будет неизбежно возрастать. К первоначальным различиям неизбежно присоединяются новые различия и дифференциация все возрастает. А так как дальнейшие изменения должны оказаться все более несходными, то нарастание новых различий еще более усилится и процесс дифференциации будет прогрессивно возрастать. Он будет носить лавинообразный характер.

Принцип необратимости (обобщенный закон Долло). Как и все сколько-нибудь сложные стохастические процессы, эволюционная дифференциация систем характеризуется необратимостью. В процессе органической эволюции высокодифференцированные формы нередко

дают начало менее дифференцированным, но эти последние никогда не повторяют строение предковых типов. Хотя степень дифференциации и может быть такой, как у предковых форм, или даже значительно ниже, тем не менее характер дифференциации всегда оказывается иным. Этот принцип, сформулированный для органической эволюции палеонтологом Л. Долло (Dollo 1893), имеет универсальное значение и применим ко всем историческим процессам, включая историю человечества. Необратимы также детерминированные преобразования, такие как онтогенез организмов, но и они в основе своей стохастичны. Конечно, не всякое преобразование системы является необратимым. Так, превращение воды в лед процесс вполне обратимый, также как все другие фазовые превращения, как, например, чередование половой и бесполой фазы у растений. Необратимы только сложные стохастические процессы исторических и эволюционных преобразований.

Принцип комплементарности. При дифференциации всякой системы отбор направляет ее развитие в сторону более устойчивых структурных соотношений между расходящимися подсистемами. Совершенно очевидно, что наиболее устойчивыми соотношениями расходящихся частей являются такие, при которых эти части образуют комплементарную структуру, т. е. взаимно дополняют друг друга. Всякая дифференциация, всякое разделение функций, всякая специализация организма или сообщества организмов идет по линии образования дополнительных соотношений, как их называет Богданов (1927 : 18). Не только организмы и их сообщества, но и любая устойчивая экосистема может рассматриваться как система взаимно-дополнительных, или комплементарных, соотношений. Не менее яркими примерами являются вся система производства, взятая в целом, или любая последовательная научная теория и наука в целом, или язык. Этот же принцип лежит в основе нормальных межгосударственных отношений, дружбы, сотрудничества и всяких иных устойчивых связей между людьми. Во всех этих случаях части целого взаимно-дополнительны и находятся в постоянном взаимодействии, которое выражается в форме взаимного функционального дополнения. В более общей форме можно сказать, что условием всякой устойчивой системной дифференциации является развитие комплементарных связей между ее элементами.

Дополнительные соотношения характеризуются асимметричностью, ибо «всякая специализация, всякое разделение функций, разделение труда и т. п. — соотношения асимметричные: в них сторо-

ны не могут быть переставлены. Кожа, например, покрывает и защищает другие ткани, но другие ткани не служат для нее покровом и защитой, крестьянин кормит ремесленника, — но ремесленник не кормит крестьянина, а оказывает ему как раз те услуги, которые лежат вне этой функции, образуют остальную часть круга потребностей, и т. д. Это связь не того рода, как между звеньями простой цепи, а того, как между винтом и гайкой» (Богданов 1927 : 30).

Стратификация. Одним из важных результатов дифференциации сложных систем на основе принципа дополнительных соотношений является их стратификация, расслоение на страты, слои, деление на касты, сословия, классы, ранги, доминирование одних subsystemов над другими. Это характерно для любой экосистемы и для всех сообществ организмов, в том числе для человеческих обществ. Стратификация бывает замкнутая, открытая и промежуточная, что отчасти соответствует трем «элементарным социальным группам» Питирима Сорокина (1920).

Под замкнутой стратификацией понимается такая, в которой принадлежность subsystemы к определенной страте жестко закреплена биологически или социально. Лучшим примером замкнутой стратификации является кастовая система у некоторых социальных насекомых (см. Wilson 1971, Oster and Wilson 1978), особенно муравьев. К закрытому типу стратификации относятся типичные кастовые общества, хотя в современной Индии она приобретает переходный характер к открытому типу. Стратификация открытого типа наблюдается в классовом обществе и в порядке доминирования (dominance systems) в сообществах позвоночных.

Дисгармонии и антагоизмы системной дифференциации. Системная дифференциация означает возрастание различий, что неизбежно ведет к той или иной степени внутренней дисгармонии. Элементы системы становятся все более различны как в своей организации, так и функционально, что в конце концов приводит к кризису. Всякая реально развивающаяся система включает в себе противоположно направленные, или «борющиеся», силы (принцип антагонизма С. Люпаско). На биологическом уровне это противоречия переходящие во вражду между популяциями, племенами, нациями и расами, на социальном уровне — между профессиями, классами, кастами, партиями, религиями, государствами, цивилизациями.

Возрастание внутренних дисгармоний, «противоречий» системы неизбежно приводит к понижению относительного сопротивления

некоторых частей целого и тем самым к понижению его устойчивости. «Так по всем ступеням организующегося бытия проходит своеобразная двойственность системного расхождения: развитие ко все большей устойчивости форм через дополнительные связи, и к их последующему расхождению — через накапливающиеся противоречия» (Богданов 1927 : 37). Эта универсальная двойственность системной дифференциации, проходящая через все уровни организации, является одним из важнейших тектологических обобщений.

Наиболее яркой иллюстрацией системных противоречий является человеческое общество. С точки зрения марксизма всякая историческая борьба — совершается ли она в политической, религиозной, философской или в какой-либо иной идеологической области — в действительности является только более или менее ясным выражением борьбы общественных классов, источником которой является противоречие их интересов. Однако дисгармония классовых интересов, переходящая в антагонизм, характерна далеко не для всех общественных формаций и характерна главным образом для ранних фаз развития капитализма. История человечества полна примеров антагонизма между религиями, нациями, геополитическими и демографическими интересами государств, цивилизациями. Столкновению цивилизаций особенно большую роль придают Тойнби (Toynbee 1948) и Хантингтон (Huntington 1996). Так, по мнению Хантингтона, в нарождающемся мире основным источником конфликтов будет цивилизация, которую он определяет как культурную общность наивысшего ранга, как самый широкий уровень культурной идентичности. Он считает, что наиболее значительные конфликты глобальной политики будут разворачиваться между нациями и группами, принадлежащими к разным цивилизациям, и столкновение цивилизаций, особенно цивилизаций, основанных на исламе и христианстве, станет доминирующим фактором мировой политики. Линия разлома между цивилизациями — это и есть линия будущих фронтов, утверждает Хантингтон. Как и Тойнби, он видит главное направление цивилизационного конфликта в противостоянии между западной цивилизацией и остальным миром. Столкновение между цивилизациями — наиболее вероятный путь, по которому может в будущем пойти человечество, утверждает Тойнби. Однако цивилизации все больше влияют друг на друга, постоянно идут конъюгационные процессы и можно сказать, что будущее человечества в значительной степени зависит от результатов этого мирового конъюгационного процесса.

Принцип интеграции. Возрастание системной дифференциации неизбежно приводило бы всякую систему к разрушению, если бы этому не противодействовала интеграция, т. е. возрастание целостности системы, упрочение связей и соподчинения ее частей, их консолидации.

Всякая интеграция возникает на основе и в результате дифференциации, но функциональное ее значение иное. Если дифференциация сама по себе есть возрастающее расхождение между частями системы, увеличение асимметричности внутрисистемных связей, то сущность интеграции сводится к тому, что усиливаются или возникают такие связи, которые направлены на ослабление системных противоречий и на сохранение функциональной целостности системы. Конечно, такие связи усиливаются или возникают опять-таки в результате дифференциации, но дифференциацин, соответствующим образом направленной отбором.

Таким образом, системная интеграция основывается на механизме отбора, сохраняющем и усиливающим те связи и соотношения, которые усиливают структурное и функциональное соответствие элементов системы, их координацию. Этот механизм ослабляет и разрушает неустойчивые, дезорганизующие соотношения и тем самым уничтожает или нейтрализует элементы, нарушающие целостность системы. В результате происходит взаимное приспособление, коадаптация различных частей системы, их интеграция. Устраняя системные противоречия, интеграция создает условия для новой дифференциации на более высоком уровне.

Чем свободнее комбинируются элементы системы, тем более продуктивна работа отбора. Если же системы вступят в конъюгационную связь и будут обмениваться элементами, то материал для отбора будет еще более богатым и разнообразным. Отсюда интегративное значение конъюгационных процессов, которые обстоятельно рассматриваются в «Тектологии» Богданова. Конъюгация приводит к коадаптации конъюгирующих объектов, достигаемому в результате взаимного отбора между ними, который совершается в сфере их взаимодействия, т. е., по терминологии Богданова, в конъюгационном поле.

Так, например, научная школа, в результате специализации (системная дифференциация) значительно разошедшаяся во взглядах между ее членами (системное противоречие), может частично или даже полностью устранить возникшие противоречия, если она

установит достаточно сильный идейный контакт, идейную конъюгацию. Взаимное сближение, т. е. устранение идейных противоречий, создается на основе взаимного отбора. Отбор, действующий в сфере общения, укрепляет и умножает совпадающие элементы воззрений, сглаживает или устраняет элементы взаимоисключающие. Еще полнее устраняются противоречия в случае слияния, например, слияния двух научных школ.

В простейших случаях слияния, например, слияния двух капель воды с разными концентрациями растворов поваренной соли, происходит количественное выравнивание. Но слияние может привести не только к количественному выравниванию, но и к возникновению новых особенностей и структур, дающих новый материал для отбора. Именно таково значение биологической конъюгации инфузорий, конъюгации хромосом в мейозе и процесса оплодотворения. Это уже не простое ослабление системных противоречий, а нечто большее — источник новых преобразований. Нередко слияние слишком разошедшихся систем приводит к новым противоречиям, но зато, чем слабее расхождение, тем менее эффективна перестройка и тем меньше она способна дать новые структурные комбинации. Очевидно, в каждом отдельном случае должен существовать некоторый оптимум, т. е. наилучшее соотношение. Ослабление противоречий на основе конъюгации или слияния бесконечно распространено в природе и в человеческой деятельности.

Ослабление системных противоречий — это лишь только одна сторона процессов конъюгации и слияния. При всяком глубоком взаимодействии и соединении элементов разных частей системы или даже разных систем возможности дальнейших преобразований возрастают. Так, соединение двух научных школ не только устраняет или по крайней мере ослабляет имевшиеся ранее противоречия, но может быть условием для быстрого развития в новом направлении.

Структурные типы интеграции. Существуют разные типы интеграции и, следовательно, разные типы интегрированных систем. Уже в таких системах, как периодическая или скелетная, мы наблюдаем определенную степень интеграции. Так, обручи убочки являются, несомненно, интегрирующим приспособлением, без которого она бы неизбежно распалась. Другим примером является вольер, где целостность поголовья животных сохраняется благодаря ограде. Аналогичный результат достигается в системах «каркасного» типа.

Наряду с системами «жесткой» интеграции широко распространены характерные особенно для сложных систем различные динамические формы интеграции, где имеет место подвижный, гибкий характер связей и где целостность системы обеспечивается не внешними или внутренними фиксирующими приспособлениями, а самой внутренней организацией. Такие системы значительно более пластичны, более способны к перегруппировке элементов, а часто и к коньюгации, чем «оболочечные» и «каркасные». Динамическая интеграция характерна, например, для биоценозов или для человеческого обществ, в частности, для рыночной экономики.

Простейшим типом динамической интеграции, очень широко распространенным на всех уровнях организации, является централизация. Централистические системы характеризуются тем, что степень взаимной зависимости и взаимного влияния элементов системы становится различной и притом неравномерной, т. е. асимметричной. Со стороны одних элементов (например, Солнце в Солнечной системе) влияние больше, чем со стороны остальных элементов (в данном случае — планет). Для Солнечной системы Солнце является структурным центром (по Богданову, «агрессивным центром»), которым определяется связь и единство всей системы и от которого зависят *периферические элементы* — планеты. То же самое можно сказать о вожаке в стаде обезьян или о любом обобщающем понятии среди более частных. Аналогичные соотношения наблюдаются в атоме, в клетке, в организме с центральной нервной системой, в армии, церкви, администрации любого типа, в производственной иерархии и во всех других типах централистической организации. В таких организациях центр системы играет доминирующую роль в функционировании системы. Даже небольшие изменения в центральной, ведущей части системы могут вызывать значительные изменения в ней. Такой процесс подобен действию триггера, который усиливает малые изменения в функционировании всей системы (Hall and Fagen 1956). Примером может служить тоталитарное общество, в котором единоличные решения диктатора определяют поведение всей системы.

В централистическом типе все связи сходятся к одному элементу — структурному центру, функция которого существенно отличается от функции остальных элементов. Если мы имеем два или больше структурных центров, то системы в этих случаях будут, соответственно, бицентрическими и полицентрическими. Но обычным и наиболее распространенным типом является моноцентрический.

Однако во всех случаях центральные структуры представляют собой главный центр пересечения всех основных внутрисистемных связей. Однако даже в самых деспотических системах монарх или диктатор отнюдь не являются центральными структурами для всех явлений общественной жизни. Наряду с центральной структурой государственной власти могут быть центры культурной жизни, например, науки, искусства и пр. Великий поэт, как управляемый, относится в таких случаях к периферическим элементам, но как первый поэт страны он представляет собой центральную структуру, а деспот, наоборот, в этой последней структуре представляет один из периферических элементов. Все зависит от точки зрения и от задач исследования.

Наиболее сложным и совершенным типом централистической организации является *иерархический централизм*, представляющий собой иерархическую лестницу централистических структур. Примерами могут служить сложный многоклеточный организм, государственный аппарат, армия, церковь. Такая централистическая организация не может быть бесконечно большой. Дело в том, что по мере удлинения иерархической вертикали ее низшие центры все меньше и меньше определяются центральной структурой всей системы (см. Богданов 1927 : 144), что определяется не только удлинением линий коммуникации (преодолеваемой в век электронной почты и Интернета), но особенно удлинением, усложнением, ослаблением и особенно разложением бюрократической цепи, вносящий свой специфический «шум» в процессы передачи информации. Для бесконечного ряда звеньев потребовалось бы, следовательно, бесконечное число усилителей и фильтров связи, что явно невозможно. Таким образом, цепное ослабление связи кладет предел концентрирующей силе всякой централистической интеграции и приводит к ослаблению триггерного эффекта центра. Кроме того, в том же направлении действует накопление системных противоречий, которые по мере удлинения цепи должны неизбежно увеличиваться. Поэтому ни в Египте эпохи фараонов, ни в Германии времен Гитлера и даже при жесточайшем режиме Сталина централизация не могла быть полной и абсолютной. По Булдингу (Boulding 1953, 1972) одним из «железных законов» теории организации является закон оптимального размера организаций: чем больше размеры организации, тем длиннее линии коммуникации, что в зависимости от природы организации становится лимитирующим фактором, т. е. не позволяет организации расти за пределы некоторого критического

размера. Очевидно этот закон особенно наглядно проявляется в организациях централистического типа. Именно это увеличение размера далеко за пределы оптимума привело к распаду великих империй, в том числе Советского Союза.

Возникновение системных противоречий в централистических типах систем обязано, главным образом, возрастанию различий между центральными и периферическими элементами. Особенно характерны такие противоречия для системы иерархического централизма, что в наиболее яркой форме проявляется в автократических типах обществ, особенно в деспотиях, а также в любых бюрократических социальных структурах. В таких случаях чрезмерный централизм («перерегулирование системы») может привести к ослаблению интеграции и возрастанию системных противоречий. Активность, эффективность подсистем понижается, ослабляется или даже подавляется, механизм бирегуляции и интеграция переходит в свою противоположность. Очень хорошо говорит об этом Кравец (1970 : 90): «Проявление активности невозможно в условиях жесткой организации сложной системы, когда состояние любой подсистемы необходимым образом связывается с состоянием всех других подсистем. Функционирование такой жесткой системы возможно лишь по определенной изначальной программе, когда функции всех подсистем строго «расписаны» и взаимосвязаны. Любое отклонение от принятой программы ведет к разрушению системы. Автономная организация позволяет, наоборот, за счет активного выбора наилучшей стратегии максимально использовать ресурсы каждой подсистемы, быстрее решать поставленные задачи». Системные противоречия в этих случаях могут быть разрешены лишь путем либерализации системы, т. е. автономизации подсистем и усиления конъюгационных взаимодействий между центральными и периферическими элементами и, тем самым, усиления механизма бирегуляции. В результате уменьшаются различия между центральными и периферическими элементами, укрепляются обратные связи и целостность, интегрированность общества возрастает. Таким образом, интеграция системы достигается лишь при оптимальной централизации, не блокирующей каналы обратной связи и не ограничивающей эффективное функционирование автономных периферических элементов и свободное циркулирование информации внутри и вне системы. «Вероятно, один из самых важных и интересных вопросов кибернетики можно сформулировать так: каким должно быть соотношение

между самоорганизацией и централизованным управлением в большой системе для того, чтобы она была жизнеспособна. С этих позиций было бы интересно проанализировать существующие сейчас большие системы — технические, биологические, социальные», — пишут Налимов и Мульченко (1969 : 185). Это, несомненно, одна из фундаментальных проблем тектологии, имеющая огромное значение для теории управления и не только для нее.

11. СТРАТЕГИИ АДАПТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Окружающий нас мир представляет собой многоступенчатую иерархию разных уровней организации, или структурных уровней, последовательно включенных один в другой (Koestler 1967, Bertalanffy 1969, Mesarović et al. 1970, Allen and Starr 1982). Каждый следующий уровень иерархии характеризуется существенно новыми, эмергентными (от лат. *emergere* — выплывать, выходить, появляться) свойствами, которые нельзя свести непосредственно к свойствам компонентов. Утопическая концепция «редукционизма», столь характерная для механицизма, в наше время уступает место более реалистическому учению о качественно различных, эмергентных уровнях. Положение Аристотеля «целое больше суммы частей» — основной постулат современной холистической концепции мира.

Элементарные частицы атомов являются наиболее низкими из известных нам структурных уровней. В процессе отбора элементарные частицы образовали атомы разной степени сложности, которые, в свою очередь, объединились в разного типа молекулы. Если молекулы располагаются в определенном геометрическом порядке, то возникает кристаллическая ячейка. Дальше иерархическая лестница как бы раздваивается. В мире неорганическом она разворачивается в грандиозную космическую иерархию соподчиненных астрономических систем. В мире органических соединений в процессе отбора возникли первые формы жизни. На этом уровне возникают совершенно новые эмергентные структурные принципы, отличающие жизнь от всего неживого. Элементарной единицей жизни является клетка. Далее, через ряд промежуточных уровней, мы переходим к многоклеточному организму и далее к надорганизменному уровню (колонии организмов, биоценозы, социальные структуры, биосфера). В зависимости от задач исследования мы можем на каждом

уровне различать новые уровни или подуровни. Так в органическом мире можно различить два меньших уровня — прокариотов и эукариотов. На каждом из иерархических уровней отбор приводит к бóльшим или меньшим эволюционным изменениям.

Для тектологии наибольший интерес представляют пути и направления трансформации сложных систем. Отбор приводит к оптимизации их связей со средой, а, следовательно, к большей их относительной устойчивости и надежности. Оптимизация касается как системы в целом, так и отдельных ее частей. В первом случае системы более пластичны, более способны к новым преобразованиям. Во втором случае, когда оптимизация касается только отдельных subsystem, т. е. носит односторонний характер, эволюция достигает лишь тактических успехов при снижении стратегических возможностей. Наконец, нередко в процессе эволюционных преобразований происходит общее понижение организации, когда упрощается стратегия взаимоотношений со средой. Рассмотрим подробнее эти стратегии.

Эволюционные преобразования любой системы могут идти или по линии приспособления к определенным и относительно постоянным условиям их функционирования, или по линии приспособления к более изменчивым условиям. В первом случае возрастает прежде всего функциональная адаптированность систем, их устойчивость, надежность, во втором случае — их трансформационная пластичность, возможность новых кардинальных преобразований, приспособляемость (адаптивность) к новым условиям функционирования. Для эволюционного преобразования любых систем, биологических, технических или социальных, важна как статическая приспособленность к данным определенным условиям и эффективное выполнение данной определенной функции, так и динамическая приспособляемость. Система, не приспособленная к данным условиям, не может существовать в них, а система, не способная к достаточно быстрому приспособлению к исторически возникающим новым условиям среды, подвержена исчезновению. Очень многие группы организмов вымерли из-за своей слабой эволюционной пластичности, хотя их приспособленность к определенным, сравнительно устойчивым и постоянным условиям существования была велика. Они не были настолько пластичны, чтобы легко приспособляться к наступившим впоследствии более быстрым изменениям условий существования. То же самое справедливо в отношении общественных формаций, государств и целых цивилизаций.

Степень эволюционной пластичности, как и степень приспособленности, зависит от формы, модуса, или, иначе, стратегии адаптивной эволюции. Основными стратегиями являются общий прогресс системы (системный прогресс), ограниченный, или частичный прогресс системы, узкая специализация системы и дегенерация, или регресс системы.

Системный прогресс. Начиная с Гёте и, возможно, даже раньше неоднократно высказывалась идея, что любое усовершенствование характеризуется увеличением различий (дифференциацией) и возрастающим соподчинением частей (интеграцией). Многими эволюционистами указывалось на возрастающую дифференциацию и разделение функций, уменьшение числа одноименных (идентичных) частей, образование новых элементов, и интеграцию как критерии прогресса, хотя не все пользовались этим термином. Как хорошо сказал ботаник Н. Гайдуков (1925), прогресс означает «возможно большее число структурных неоднородностей при возможно меньшем числе частей».

Одно из наиболее широких определений системного, или общего прогресса мы находим у Кирилла Завадского (1970 : 5). По мнению этого автора, общий прогресс достигается на основе коренных усовершенствований организации, т. е. с помощью перехода к новым, более эффективным принципам общей конструкции системы, к более эффективным принципам её энергетики, к оптимизации основных параметров системы, к созданию избыточных (резервных, страхующих) структур и регуляционных аппаратов различных уровней, повышающих надежность системы, и к фундаментальному повышению экономичности системы. Завадский подчеркивает высокую степень изоморфизма в формах прогресса живой природы и техники, но не касается форм социального прогресса. Сходное определение общего прогресса мы находим у Миклина (1979). Различные критерии прогресса он делит на четыре группы: системные (или организационные), энергетические, экологические и информационные. Системные критерии включают в себе признаки функционально-морфологического совершенства организации (критерии, выражающие класс сложности и степень интеграции структуры и функций). Энергетические критерии показывают степень экономичности и эффективности функционирования систем. Экологические — отражают достигнутую в ходе эволюции степень приспособленности систем и показывают, какими

приспособлениями оснащена система: универсальными, частными или узкоспециальными. Информационные критерии характеризуют прогресс систем со стороны накопления информации о среде. Как указывает Миклин, подобная классификация критериев применима и за пределами живого, в частности, к прогрессивной эволюции технических систем. По его мнению, в качестве самых общих критериев прогрессивного развития живой природы и техники выступают оптимальное соотношение дифференциации и интеграции структуры и функции, степень экономичности и эффективности функционирования этих систем.

Системные прогрессивные изменения сводятся к таким структурным и функциональным усовершенствованиям системы, которые имеют более или менее общий характер. В то же время такие изменения происходят без потери пластичности системы, т. е. без ее специализации. Другими словами, такой прогресс, по выражению Джюлиана Хаксли (Huxley 1953 : 100), представляет собой «an improvement which permits or facilitates further improvement, or, if you prefer, a series of advances which do not stand in the way of further advances» или, другими словами (Huxley 1954), это «“nonrestricting improvement” permitting further improvement». Преимущественно путем системного прогресса происходили все крупные прогрессивные изменения в природе, технологии и человеческом обществе.

Системный прогресс характеризуется возникновением таких структурных и функциональных изменений, которые ведут к усовершенствованию организации всей системы. Прогресс осуществляется в этом случае путем совершенствования не отдельных элементов и частей системы, но системы как целого. В этих случаях изменение системы не частичное и ограниченное, а более или менее разностороннее. Бесспорными случаями системного прогресса можно считать происхождение эукариотической клетки, возникновение полового процесса, многоклеточности, происхождение фотосинтеза, теплокровности, центральной нервной системы, развитие коры в полушариях переднего мозга, открытие огня, изобретение колеса, возникновение технологии, происхождение земледелия, информационная революция нашего времени и любые крупные технологические усовершенствования, возникновение языка и пр. Общий прогресс характерен для западной (европейско-американской) цивилизации, наследницы греко-романской культурной традиции, именно поэтому она является эволюционно наиболее пластичной.

В большинстве случаев системный прогресс осуществляется через целый комплекс взаимосвязанных и взаимно дополняющих прогрессивных изменений, хотя в основе обычно лежит какое-нибудь одно. В результате системных прогрессивных преобразований возникли некоторые крупные таксономические группы организмов, такие как цветковые растения, птицы и млекопитающие. Системный прогресс создает возможности для новых крупных эволюционных преобразований в разных направлениях, то что в эволюционной биологии называется «адаптивной радиацией».

Системный прогресс наглядно выражается в последовательной смене господствующих групп организмов на протяжении истории органического мира, также как в последовательной смене общественных формаций, технологий и научных теорий. Но как уже отмечалось в эволюционно-биологической литературе, лишь немногие из направлений эволюционного развития могут рассматриваться как «идущие вверх», т. е. по пути «прогресса» (см., например, Haldane 1932, Huxley 1953, 1954, Koestler 1975). Более того, само понятие «прогресса» не только сбивчиво, но и очень относительно. Если рассматривать наиболее прогрессивными «победителей в борьбе за существование», то таковыми нужно будет считать бактерии, насекомых и человека. Но если считать прогрессивными те группы, которые способствуют сохранению и развитию биосферы, то человека нужно исключить из этого списка. Разумный инопланетянин, чудом попавший на Землю, не признал бы этого хищного, алчного и агрессивного разрушителя биосферы прогрессивным продуктом эволюции. Холдейн (Haldane 1932 : 53) писал: «I have been using such words as “progress”, “advance”, and “degeneration”, as I think one must in such a discussion, but I am well aware that such terminology represents rather a tendency of man to put himself on the back than any clear scientific thinking... Man of to-day is probably an extremely primitive imperfect type of rational being. He is worse animal than the monkey». Но человек не столько примитивен, сколько несовершенен. С точки зрения биосферной, человек с его чрезмерно развитым мозгом есть, несомненно, «ошибка» эволюции. Он является «венцом творения» только с точки зрения антропоцентрической концепции «прогресса».

Как правило, системный прогресс сопровождается усложнением организации. Однако, усложнение само по себе нельзя считать единственным мерилем прогресса. Хорошо известно, что многие прогрессивные изменения механизмов, организмов, социальных

структур и научных теорий сопровождаются их упрощением, а не усложнением. Но если взять эволюцию в целом, то, несомненно, подвинутые группы растений и животных, как и подвинутые типы обществ и технологии организованы сложнее, чем «примитивные».

Объективным критерием прогрессивной эволюции является соотношение системы и среды. Системный прогресс выражается в увеличении суммы связей со средой. Чем эволюционно более подвинута система, тем большего разнообразия достигли ее связи с элементами внешней среды. Количественной же мерой системного прогресса является информация. Системный прогресс состоит в увеличении количества полезной информации, заключенной в структуре системы.

Сохранение широких эволюционных перспектив наблюдается в тех системах, которые приспособлены к разнообразным и изменяющимся условиям среды. Наличие широких приспособлений обеспечивает перспективность эволюционного прогресса. В то же время всякая перегруженность системы по линии разных частных приспособлений, особенно узких и тем более очень узких, в той или иной степени ограничивает широкие эволюционные возможности, уменьшает пластичность системы, делает ее более консервативной. Поэтому, как указывал еще Коуп (Cope 1904), новая более подвинутая группа организмов берет начало не от более специализированных представителей исходной группы, а от очень древних и архаичных. Этот принцип, известный в биологии как «закон неспециализированного», имеет всеобщее значение и применим ко всем сложным системам, включая социальные структуры.

Частный прогресс. В отличие от системного прогресса, частный прогресс достигается путем совершенствования отдельных частей системы, органов и тканей организма, рабочих элементов машины, отдельных элементов научной теории и пр. При частном прогрессе система не испытывает ни значительного усложнения организации, ни ее упрощения. Одни части системы дифференцируются далее, другие теряют свое значение и редуцируются. Это те многочисленные случаи, когда эволюционные преобразования совершаются как бы в одной плоскости. Мечников (1876) был прав, считая, что подобные случаи «развития в одной плоскости» более распространены, чем прогрессивные и регрессивные. Северцовым (1925) они были названы идиоадаптациями.

Частный прогресс дает возможность новым эволюционно подвинутым системам приспособиться к существенно новым условиям

среды. Как указывает Шмальгаузен (1940), наиболее ярко выражаются эти преобразования в тех случаях, когда изменение среды является очень резким, например при переходе от нектонного образа жизни к донному, при замене водной среды воздушной, при переходе от беганья к лазанью или далее — от лазанья к летанию, при переходе от наземной жизни к частично подземной или к водной и т. п. Хорошим примером является переход предков наземных позвоночных от водной жизни к жизни на суше, связанный с целым рядом очень глубоких перестроек всей организации. То же самое относится к эволюции различных групп млекопитающих. Возникнув от некоторых наиболее активных рептилий в качестве небольших подвижных насекомоядных форм, они приспособлялись затем к самому различному образу жизни (Шмальгаузен 1940 : 181).

Аналогичные примеры можно было бы привести из эволюции растительного мира, технологии, социальных преобразований и пр. Однако следует иметь в виду, что разница между разносторонним и ограниченным совершенствованием не очень резкая и в реальном мире наблюдаются самые постепенные переходы между ними. Далеко не во всех случаях возможно с уверенностью сказать, имеем ли мы дело с разносторонним или ограниченным совершенствованием.

Узкая специализация. В отличие от частного прогресса системы, специализация представляет собой выработку структур и функций, имеющих узко специальный характер. При узкой специализации преобразования имеют ограниченный характер и касаются лишь отдельных частей системы. При этом развитие одних частей системы может сопровождаться редуцией и даже исчезновением других. Примерами узкой специализации могут служить растения, приспособленные к засоленным почвам, рыбы, приспособленные к жизни в коралловых рифах, механизмы, приспособленные к выполнению очень ограниченных функций, или очень узкий специалист.

Особой формой специализации является чрезмерное и приглом непропорциональное развитие отдельных частей системы, их переразвитие, то что Коуп (Соре 1896) называл гипертелией, а Шмальгаузен (1940) — гиперморфозом. В качестве примера гипертелии часто приводятся чрезмерное развитие клыков у саблезубой кошки и бамируссы, колоссальные рога ископаемого оленя четвертичного времени и, наконец, огромные размеры некоторых динозавров. Для

типичной гипертелии характерна определенная диспропорция частей. Так, гигантские динозавры при колоссальных размерах их тела обладали малой величиной головы, которой соответствовал ничтожный объем головного мозга. Как указывает Шмальгаузен, явления переразвития представляют лишь частное выражение случаев очень быстрой эволюции, идущей по пути одностороннего преобразования в направлении, диктуемом своеобразными условиями борьбы за существование. Он рассматривает явления переразвития не как причину вымирания, а как симптом, как показатель того, что организм в своих изменениях не поспевает за темпами изменения жизненных условий, что эти последние начинают складываться для него неблагоприятно.

Гипертелию можно наблюдать в преобразованиях всех сложных систем, но особенно наглядно в социальной области. Она наблюдается в государственном устройстве, в бюрократическом аппарате, армии, церкви, и даже в некоторых формах искусства.

Регресс. Чем проще становится среда, чем более упрощаются связи системы с окружающей средой, тем более упрощается и сама система. В тех случаях, когда упрощение среды достигает крайних пределов, система подвергается общей дегенерации, регрессу. Вероятно, наиболее ярким примером общей дегенерации являются паразитические организмы. Именно среди них мы встречаем крайние случаи упрощения организации, вызванного крайним упрощением физиологической задачи. Однако в случае дегенерации может повышаться лишь приспособленность системы к очень узким и постоянным условиям среды, и поэтому ее приспособленность будет временной. Интегральная же приспособленность системы в случае дегенерации резко уменьшается. Поэтому переход системы на путь дегенерации есть «регресс» в общепринятом его понимании.

При дегенерации, в связи с упрощением соотношений между системой и средой, редуцируется и исчезает не только большое количество частных усовершенствований, но и общих. Таким образом, дегенерация представляет собой уменьшение разнообразия элементов системы, т.е. характеризуется уменьшением количества информации. Так, у редуцированного растения или животного, происшедшего от высокоразвитого предка (типичный пример — паразиты), произошло уменьшение разнообразия элементов, упрощение системы. Однако это упрощение системы может в ряде случаев сопровождаться усложнением некоторых специальных структур, как,

например, у тропического паразитного растения раффлэтии, обладающего очень крупным и сложно устроенным цветком.

Во всех случаях адаптивной эволюции, будь то прогресс или дегенерация, естественный отбор приводит к функциональной и структурной оптимизации системы или подсистемы, к большей ее эффективности во взаимоотношениях со средой, большей экономичности ее строения, более высокому коэффициенту полезного действия. Но не бывает прогрессивных и дегенеративных изменений в их чистом виде. Все указанные выше формы адаптивных преобразований связаны между собой и часто комбинируются. В процессе прогрессивной эволюции нередко происходят также определенные регрессивные изменения, а в случае регрессивных изменений можно наблюдать совершенствование некоторых специальных структур и функций.

12. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый читателю краткий очерк основ тектологии должен был показать универсальность и применимость ее принципов ко всем классам явлений. Читатель мог бы убедиться, что по своему предмету и своим задачам тектология гораздо шире кибернетики, хотя и имеет много общего с ней. Кибернетика — наука об общих закономерностях процессов управления и передачи информации в машинах, организмах и обществе. Как указывает А. Я. Лернер (1967 : 11), в основе кибернетики лежит идея возможности развить общий подход к рассмотрению процессов управления в системах различной природы, что, несомненно, роднит её с ранее возникшей тектологией. Но в то же время она менее универсальна, чем тектология, и имеет в значительной степени прикладной характер. Более универсальна «общая теория систем», но и она уступает в этом отношении тектологии. Показательно определение предмета и задач теории систем, которое дает М. Месарович (Mesarović 1968, Месарович 1970). По его мнению, теория систем является разделом прикладной математики. Он различает два аспекта теории систем: а) общая теория систем, которая имеет дело с процессом формализации и б) различные специальные разделы теории систем (такие, как теория линейного управления, теория автоматов, теория оценок и т. д.), которые обладают более богатыми математическими структурами. При

этом характерно, что систему он определяет как математическую модель реального явления. Таким образом, теория системы особенно ее специальные направления существенно отличаются от тектологии как некоей универсальной науки и преследуют более узкие и конкретные, обычно прикладные цели. То же самое можно сказать о синергетике. В отличие от кибернетики, синергетики и теории систем и особенно от специализированных системных исследований, тектология представляет собой общее учение об универсальных принципах организации, моделях и формах, путях и направлениях трансформации разных типов систем разных структурных уровней, как природных, так и социальных. Ее интересуют «универсальные типы и закономерности строения» (Богданов 1929 : 202), наиболее общие структурные типы систем разных классов и наиболее общие законы их преобразования, универсальные закономерности трансформационных процессов. Это различие в задачах тектологии и кибернетики и теории систем влечет за собой также различие в используемых ими методах.

В то время как кибернетика и различные версии «общей теории систем» пользуются преимущественно формальными, математическими методами описания строго определенных классов систем, тектология строит свои абстрактные модели, обобщая материал множества конкретных наук, и разрабатывает свою концептуальную систему на основании содержательного анализа изоморфизмов, одновременно строго формально их уточняя. Вся стратегия исследования здесь иная. Тем самым тектологические построения носят эмпирически-содержательный, а не формально-математический характер. Совершенно правы Блауберг, Садовский и Юдин (1969 : 35), когда они пишут, что «одна из причин ограниченностей ряда современных версий общей теории систем состоит в том, что эти концепции акцентируют внимание на формальных, математических проблемах описания систем, в то время как содержательный базис такой теории еще не получил удовлетворительной разработки». Авторы этих концепций рассматривают теорию систем как логико-математическую дисциплину и выступают за чисто математическое рассмотрение свойств систем, что, как они думают, обеспечивает теории «всеобщность и абстрактность». Интересно, что Рапорпорт (Rapoport 1966), также предостерегает от «слишком большой веры в математическую общую теорию систем». По его мнению «разумнее рассматривать математическую абстрактную

теорию систем как существенный вклад в концептуальный багаж современного ученого, а не как метод, который должен затмить все другие методы». Безусловно, математика отнюдь не владеет монополией на абстракцию, и тектологические понятия не менее абстрактны, чем математические. Еще Гёте говорил: «Я уважаю математику, как самую возвышенную, полезную науку, поскольку ее применяют там, где она уместна, но не могу одобрить, чтобы ею злоупотребляли, применяя ее к вещам, которые совсем не входят в ее область и которые превращают благородную науку в бессмыслицу, (см. И. П. Эккерман, Разговоры с Гёте, стр. 311). Злоупотребление математическими понятиями и методами без глубокого изучения содержательной стороны вопроса обычно создает лишь видимость знания. Внешне все это очень эффектно и производит впечатление высокой научности, но далеко не всегда приближает нас к истине. В своих «Воспоминаниях» (1995) Н. В. Тимофеев-Ресовский ссылается на слова Нильса Бора, что точность любой научной дисциплины зависит не от количества математики в этой дисциплине, не от обилия формул в тексте, а от строгости и точности определения элементарных структур и элементарных явлений в данной области. «Любая область может стать предметом точных и строгих исследований, ежели точно, строго и однозначно сформулированы в ней элементарные структуры и элементарные явления», — добавляет Тимофеев-Ресовский. Это в полной мере относится и к тектологии. Тектология — это «всеобщая естественная наука», и как естественная наука она опирается прежде всего на эмпирический материал. Успешное развитие тектологии зависит от правильного определения ее предмета и задач и от правильной стратегии ее развития.

Я убежден, что тектология в современном ее понимании становится концептуальным каркасом науки и призвана стать общенаучной парадигмой. Она послужит основой нового общенаучного мировоззрения, новой картины мира и мощным орудием интеграции научного знания и ее использования для человечества.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ТЕКТОЛОГИЯ И ОБЩЕСТВО

Одним из наиболее важных, если не важнейшим применением тектологии, является анализ тенденций развития современного общества и прогноз вероятного будущего человечества. Совершенно очевидно, что в этом стохастическом мире, где постоянно действует принцип Пуанкаре, любая попытка прогноза носит чисто вероятностный характер. Поистине нужно обладать чрезмерным самомнением, чтобы с уверенностью рассуждать о будущем.

Человечество представляет собой крайне метастабильную систему, раздираемую глубокими противоречиями, чему особенно способствует его исключительная гетерогенность и гетеробатмичность, потрясающие различия в уровне развития технологии, культуры, общественном строе, образовании, в менталитете, верованиях, традициях, отношении к свободе и правам личности, в образе и уровне жизни, не говоря об информационном неравенстве. Метастабильности способствуют характерное для многих этносов и государств, особенно тоталитарных, искаженное восприятие чужих мотивов и целей, крайние формы этноцентризма и ксенофобии, жесткое деление на «они» и «мы», выражающихся нередко в идее национальной исключительности и даже «избранности», особой исторической миссии, некоей «национальной идее». Национализм и ксенофобия во многих случаях, особенно в малоразвитых странах, подогреваются своеобразным комплексом неполноценности: синдромом исторического неудачника, агрессивными формами религиозного фундаментализма, непрекращающимися этническими и религиозными конфликтами (в том числе внутрисламскими и внутрихристианскими).

Становится опасными возможность грядущей экологической катастрофы, глобальный экологический кризис, распространение ядерного оружия и других средств массового истребления, широкое распространение наркотиков, эпидемии СПИДа и других болезней. Исключительно опасно слабо контролируемое распространение ядерного оружия, особенно, если им удастся овладеть агрессивным тоталитарным государствам, а тем более террористическим бандам. Нестабильность увеличивается агонией распада великих и малых империй, ограничивающих или даже подавляющих права занимающих свою

территорию малых наций на самоопределение, их стремление к суверенитету («сепаратизму», как клеймят это естественное и законное желание великие и малые империи). Во многих отсталых странах Азии и Африки государство имеет характер жестокого аппарата насилия, подавляющего минимальные права личности. Кроме того, для большинства современного человечества, особенно для культурно и экономически отсталых стран Азии, Африки и Латинской Америки, характерны такие негативные тенденции, как рост организованной преступности и возрастающий симбиоз с государственными структурами, коррупция и моральное разложение бюрократического аппарата, деградация реакционной церковной иерархии, международный терроризм, демографические кризисы, эпидемии патологических мемов — вирусов общественного сознания, особенно религиозный и политический радикализм и фанатизм и пр. Во многих случаях опасный характер приобретают схватки между цивилизациями, основанными на разных формах христианства и ислама. Все это делает всю систему в целом столь нестабильной, что в любой момент может отрицательно сработать принцип Пуанкаре — даже сравнительно небольшое событие с триггерным или коммутативным эффектом может привести к локальной или даже мировой катастрофе. К сожалению, вероятность такого апокалиптического финала не исключена.

Но возможен, и хочется думать, вероятен другой, более оптимистический сценарий, основанный на анализе многих положительных тенденций в развитии, если не всего современного общества, то многих развитых или развивающихся стран. Прежде всего перед нами явное усиление интегративных тенденций мирового исторического процесса, постоянно растущая взаимозависимость государств и целых регионов, возрастающая интеграция мировой экономики, ее глобализация, и усиление стабилизирующей роли различных международных организаций. Есть также определенные признаки того, что в развивающихся странах доминирующей тенденцией является стремление к формированию открытого либерального общества, открытого для улучшений, признающего свободное движение идей и капитала, приоритет личности и власть закона, освобождение от фетишизации государства, его «державности», последовательная замена государственно-бюрократического управления сверху самоуправлением. Идеалом такого общества является максимальная свобода личности в сочетании с социальной справедливостью.

Главным препятствием на пути к открытому обществу является резко выраженная культурная и экономическая гетеробатмия человечества. Существуют все градации от просвещенного менталитета интеллектуальной элиты, свободной от разных форм религиозного иррационализма и фанатизма, до средневекового и даже первобытного мышления, перегруженного целым комплексом архаических мемов. Одной из важнейших тенденций в развитии общественного сознания в развивающихся странах является постепенное освобождение от всевозможных негативных мемов, особенно от религиозных и политических мифов.

Другим, не менее важным препятствием являются государства-монстры, обуруемые парапоидальной идеей «единства и цельности» и непреложности своих территориальных границ. В результате ограничены возможности самоопределения многих компактно проживающих малых наций и этнических групп, что является постоянным источником конфликтов, нередко переходящих в локальные войны. Настоящая свобода личности, когда каждый человек чувствует себя гражданином мира, возможна лишь при условии свободы данной этнической группы. Как говорит Олдос Хаксли (Huxley 1958 : 23) «for liberty arises and has meaning only within a self-regulating community of freely co-operating individuals».

Совершенно очевидно, что интеграция человечества возможна лишь на базе полноценной свободной конфедерации свободных, самоопределяющихся государственных образований, как бы малы они ни были, и замена гегемонизма партнерством с преобладанием горизонтальных коммуникаций. Это единственное и достаточное основание для создания глобальной конфедерации народов. Неизбежным результатом возрастающего сближения народов будет постепенная «ориентализация» Запада и «вестернизация» Востока, образование множества новых гибридных цивилизационных моделей, создающих культурный континуум. Типичным примером может служить Российская Федерация, на обширной территории которой можно наблюдать самые постепенные переходы от западной культуры к разным формам азиатской.

Положительными тенденциями являются развитие мирового информационного пространства и усиливающиеся контакты между людьми. С тектологической точки зрения многое, если не все, будет зависеть от результата постоянно усиливающихся конъюгационных процессов между этносами, государствами и цивилизациями

и постепенной гибридации культур, а также от эффективного роста просвещения всех социальных слоев, ведущего к освоению научной картины мира, чуждой религиозного иррационализма и к постепенному избавлению от вредных и летальных мемов.

Возникновение информационной цивилизации неизбежно должно сопровождаться меметической революцией, глобальным просветлением менталитета, постепенным избавлением от религиозного и политического фанатизма и нетерпимости. Здесь уместно вспомнить слова Бертрана Рассела (Russel 1927, русский перевод 1987 : 113): «Хорошему миру нужны знание, добросердечие и мужество; ему не нужны скорбное сожаление о прошлом или рабская скованность свободного разума словесами, пущенными в обиход в давно прошедшие времена невежественными людьми. Хорошему миру нужны бесстрашный взгляд и свободный разум. Ему нужна надежда на будущее, а не бесконечные оглядки на прошлое, которое уже умерло и, мы уверены, будет далеко превзойдено тем будущим, которое может быть создано нашим разумом».

Путь к открытому обществу лежит через демократию. Но слово «демократия» имеет весьма широкий спектр значений — начиная с либеральной демократии наиболее цивилизованных стран и кончая тоталитарной «народной демократией» еще частично сохранившихся коммунистических государств. Подлинная демократия невозможна без свободы личности, так как «все, что подавляет индивидуальность, есть деспотизм, каким бы именем он ни назывался» (Mill 1859, Милль 1906). Но свобода личности понятие гораздо более широкое, чем свобода гражданина. Подлинная свобода невозможна без свободы духовной, свободы от власти религиозных и политических догм, свободы от предрассудков и суеверий. Каковы бы ни были положительные функции религии на ранних этапах развития цивилизации, когда были еще только проблески научного познания мира, в современном мире она является только тормозом цивилизационного процесса. Помимо того, что религия несовместима с наукой, она ограничивает духовную свободу человека, делая его рабом божества. Человека порабащают продукты его собственного воображения. Бог — господин, а человек — «раб божий». Но рабы Бога становятся также рабами церкви. Религиозного гнета нет только в деизме, признающего Бога творцом мира, безличной первопричиной всего сущего, но отвергающего его участие в жизни природы и человека. Но деизм — это скорее квазинаучная (фило-

софская) гипотеза, чем настоящая религия с ее мифологией и обрядностью. Однако деизм противоречит логике и, в частности, «бритве Оккама» («сущности не следует умножать сверх необходимости»). Религия исчезнет только тогда, когда научная картина мира станет достоянием всего человечества. Но это произойдет очень не скоро и еще долго для многих, особенно для людей с ущербной психикой, она будет служить духовным опиумом. Удивительно, что многие просвещенные люди, в том числе даже интеллектуалы, верят в воскресение Христа и в бессмертие души. Свобода личности требует также свободы от политических догм, которые часто носят почти религиозный характер. Однако приходится признать, что понятие гражданской и тем более духовной свободы чуждо подавляющему большинству человечества. Понятие свободы личности характерно для западной цивилизации, а в прошлом также для греко-римской, в недрах которой оно и зародилось. Но даже и на Западе далеко не все проникнуто идеями и принципами «Всеобщей декларации прав человека», а тем более духовной эмансипации.

Наконец, не следует забывать, что человечество представляет собой глобальную систему подвижного равновесия, в которой в той или иной степени постоянно действует закон Ле Шателье.

ЛИТЕРАТУРА

- Allen T. F. H. and T. B. Starr. 1982. *Hierarchy: Perspectives for Ecological Complexity*. Chicago.
- Ashby W. R. 1952. *Design for a Brain*. London.
- Эшби У. Росс. 1956. Схема усилителя умственных способностей. В кн.: Автоматы. М.
- Ashby W. R. 1958. *General Systems Theory as a New Discipline*. *General Systems*, 3 : 1-6
- Ashby W. R. 1958. *An Introduction to Cybernetics*. 3 edition. New York.
- Эшби У. Росс. 1959. Введение в кибернетику. М.
- Ashby W. R. 1960. *Design for Brain*. New York.
- Эшби У. Росс. 1962. Конструкция мозга. Москва.
- Ashby W. R. 1962. *Principles of Self-Organizing Systems*. In H. von Foerster and G. W. Zopf, eds. *Principles of Self-Organization*. New York.
- Ashby W. R. 1968. *Principles of Self-Organizing Systems*. In W. Buckley, ed. *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist*. Chicago.
- Бабков В. В. 1985. Московская школа эволюционной генетики. М.
- Bailey K. 1980. *Types of Systems*, pp. 26-34. In B. Banathy, ed. *Systems Science and Science*. Louisville, KY.
- Bain A. 1855 (3rd ed. 1874). *The Senses and the Intellect*. New York.
- Bancroft W. D. 1911. *A universal Law*. *Science* 33(840): 159-179.
- Белов Н. А. 1911. Учение о внутренней секреции органов и тканей и его значение в современной биологии. *Новое в медицине*, 22 : 1228-1236.
- Bergé P., Y. Pomeau and T.C. Vidal. 1986. *Order Within Chaos*. New York.
- Берман Я. 1908. Диалектика в свете современной теории познания. Москва.
- Bertalanffy L. von. 1945. *Zu einer Allgemeinen Systemlehre*. *Blätter für Deutsche Philosophie*, 3/4. (Extract in *Biologia Generalis* 1949, 19 : 114-129).
- Bertalanffy L. von. 1950. *An outline of general system theory*. *Brit. J. Philos. Sci.* 1 : 139-164.
- Bertalanffy L. von. 1955. *General System Theory*. *Main Currents in Modern Thought* 11 : 75-83.
- Bertalanffy L. von. 1962. *General system theory — A critical review*. *General Systems* 7 : 1-20.
- Bertalanffy L. von 1969. *General System Theory*. *Foundations, development, applications*. New York.
- Бехтерев И. М. 1912. Социальный отбор и его биологическое значение. *Вестник знания* 12 : 947-955.
- Bichakjian V. H. 1988. *Evolution in Language*. Ann Arbor, MI, Karoma.
- Блауберг И. В., В. Н. Садовский и Э. Г. Юдин. 1969а. Системные исследования и общая теория систем. В кн.: *Системные исследования*. Ежегодник. 1969.
- Блауберг И. В., В. Н. Садовский и Э. Г. Юдин. 1969б. Системный подход: предпосылки, проблемы, трудности. М.
- Богданов А. А. 1899. Основные элементы исторического взгляда на природу. *Природа. — Жизнь. — Психика. — Общество*. СПб.
- Богданов А. А. 1901. *Познание с исторической точки зрения*. СПб.
- Богданов А. А. 1904а. Психический подбор: Эмпириомонизм в учении о психике. *Вопросы философии и психологии* 3(73) : 335-379; 4(74) : 485-519.
- Богданов А. А. 1904б. Эмпириомонизм. Статьи по философии. Книга I. СПб.

- Богданов А. А. 1905. Эмпириомонизм. Статьи по философии. Книга II. СПб.
- Богданов А. А. 1906. Эмпириомонизм. Книга III. СПб.
- Богданов А. А. 1913. Всеобщая организационная наука (Тектология). Часть 1. СПб.
- Богданов А. А. 1917. Всеобщая организационная наука. Т. 2. М.
- Богданов А. А. 1921. Очерки всеобщей организационной науки. Самара.
- Богданов А. А. 1922. Тектология: Всеобщая организационная наука. Части 1. и 2. 2-е изд., заново переработанное и дополненное. Часть 3 (1-ое изд.). Берлин.
- Богданов А. А. 1923. Учение об аналогиях. Вестн. Социал. Акад. 2 : 78–97.
- Богданов А. А. 1925. Всеобщая организационная наука: Тектология . 3-е изд., заново перераб. и доп. Часть 1. Л.; М.
- Bogdanov A. 1926, 1928. Allgemeine Organisationlehre (Tektologie). Bd. 1, 1926; Bd. II, 1928. Berlin.
- Богданов А. А. 1927. Всеобщая организационная наука: Тектология. 3-е изд., заново перераб и доп. Часть 2. Л.; М.
- Богданов А. А. 1927b. Борьба за жизнеспособность. М.
- Богданов А. А. 1927с. Пределы научности рассуждения. Вестн. Ком. Акад. 21 : 244–290.
- Богданов А. А. 1929. Всеобщая организационная наука: Тектология. 3-е изд., заново перераб. и доп. Часть 3. Л.; М.
- Bogdanov A. 1980. Essays in Tektology. Transl. By G. Gorelik. Seaside, California.
- Богданов А. А. 1989. Тектология. Всеобщая организационная наука. Книжки 1, 2. М.
- Boltzman L. 1905. Die Methoden der theoretischen Physik. Populäre Schriften. Leipzig.
- Bonner J. T. 1980. The Evolution of Culture in Animals. Princeton.
- Bonner J. T. 1988. Evolution of Complexity: By Means of Natural Selection. Princeton, NJ.
- Bošković R. g. 1758. Theoria Philosophiae Naturalis, etc. Venetis. (английский перевод A Theory of Natural Philosophy. 1922, Chicago, London).
- Boulding K. E. 1956. General Systems Theory — The Skeleton of Science. General Systems I : 11–17.
- Boulding K. E. 1962. Conflict and Defence. New York.
- Boulding K. E. 1972. Economics and General Systems, pp.79–92. In K. Lazlo, ed. The Relevance of General Systems Theory. New York.
- Boyd R. and P. J. Richerson. 1985. Culture and the Evolutionary Process. Chicago.
- Brewbaker J. L. 1964. Agricultural Genetics. Englewood Cliffs, N. J.
- Brodie R. 1996. Virus of the Mind: The Science of the Meme. Integral Press.
- Campbell D. T. 1960. In M. C. Yovits and S. Cameron, eds. Self-Organizing Systems. Oxford.
- Cannon W. B. 1932. The Wisdom of the Body. London.
- Carneiro R. 1973. Structure, Function, and Equilibrium in the Evolutionism of Herbert Spencer. J. Anthropological Research, 29 : 77–95.
- Casti J. L. 1994. Complexification. Explaining a Paradoxical World Through the Science of Surprise. New York.
- Cope E. D. 1896 (1904). The Primary Factors of Organic Evolution. Chicago.
- Кэмпбелл Д. Т. 1964. Слепые вариации и селективный отбор как главная стратегия процессов познания, стр. 282–317. В сб. Самоорганизующиеся системы. М.
- Cvitanović P., ed.. 1984. Universality of Chaos. Bristol, UK.
- Darwin C. 1859. The Origin of Species by means of Natural Selection. London.
- Darwin C. 1868. The Variation of Animals and Plants under Domestication. London.

- Darwin G. H. 1898. *The Tides and Kindred Phenomena in the Solar System*. London.
- Darwin G. H. 1909. *The Genesis of Double Stars*. pp. 543–564. In A. C. Seward, ed. *Darwin and Modern Science*. Cambridge.
- Дарвин Дж. 1923. Приливы и родственные им явления в Солнечной системе М.
- Dawkins R. 1976. *The selfish gene*. Oxford.
- Dawkins R. 1982. *The Extended Phenotype. The Long Reach of the Gene*. Oxford, New York.
- Догель В. А. 1977. Значение процессов полимеризации и олигомеризации в эволюции. I
- Dollo L. 1893. *Le lois de l'évolution*. *Bul. Soc. Belg. Geol.* 7 : 164–166.
- Dunbar R. 1996. *Grooming, Gossip, and the Evolution of Language*. Cambridge, Massachusetts.
- Eigen M. 1971. *Selforganization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules*. *Die Naturwissenschaften* 58. Jahrgang. Heft 10.
- Эйген М. 1973. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. М.
- Eigen M. und R. Winkler. 1973. *Ludus Vitalis*. Mannheim.
- Eigen M. and P. Schuster. 1979. *The Hypercycle: A Principle of Natural Self-Organization*. Berlin.
- Эйген М. и Р. Винклер. 1979. *Игра жизни*. М.
- Эйген М. и П. Шустер. 1982. *Гиперцикл. Принципы самоорганизации макромолекул*. М.
- Федоров Е. С. 1906. Перфекционизм. *Известия С.-Петербургской биологической лаборатории*. 8(1) : 25–65; 8(2) : 9–67.
- Федоров Е. С. 1917. *Человек и природа*. Природа 4.
- Feibleman J. and J. Friend. 1945. *The Structure and Function of Organization*. *Philosophical Review* 54 : 19–44.
- Feibleman J. and J. Friend. 1954. *Theory of Integrative Levels*. *British J. Philosophy of Sci.*, V. 5 : 59–66.
- Гайдуков Н. 1925. О филогенетической системе скрытосеменных в связи с серодиагностикой, осложнениями и конвергенцией. *Записки Белорусского гос. инст. сельск. и лесн. хоз.* 8 : 1–15.
- Gerard R. W., C. Kluckhohn and A. Rapoport. 1956. *Biological and cultural evolution. Some Analogies and Explorations*. *Behav. Sci.* 1 : 6–34.
- Gigch von J. P. 1986. *The Metasystems Paradigm as a New Hierarchical Theory of Organizations*. *General Systems*, 29 : 7–22.
- Gleick J. 1987. *Chaos. Making a New Science*. New York.
- Годыцкий-Цвирко 1959. *Научные идеи Руджера Иосипа Бошковича*. Москва.
- Голдман С. 1957. *Теория информации*. М.
- Gorelik G. 1975. *Re-emergence of Bogdanov's Tektology: the universal science of organization*. *Acad. of Management J.* 18 : 345–357.
- Gorelik G. 1975. *Principal ideas of Bogdanov's «Tektology»*. *General Systems*, 20 : 3–13.
- Gorelik G. 1980. *Bogdanov's Tektology: its basic concepts and relevance to modern generalizing sciences*. *Human Systems Management*, 1 : 327–337.
- Gorelik G. 1983. *Bogdanov's Tektology: its nature, development and influence*. *Studies in Soviet Thought*. 26 : 39–57.
- Gorelik G. 1987. *Bogdanov's Tektologia, general systems theory, and cybernetics. Cybernetics and Systems. An International Journal*. 18 : 157–175.

- Haken H 1977. *Synergetics, An Introduction*. Berlin.
- Haken H., ed. 1981. *Chaos and Order in Nature*. Berlin.
- Haken H., ed. 1982. *Evolution of Order and Chaos: in Physics, Chemistry, and Biology*. Berlin.
- Haken H. 1984. *The Structure of Science: Synergetics*. New York.
- Haken H. 1988. *Information and Self-Organization: A Macroscopic Approach to Complex Systems*. Berlin.
- Haldane J. B. S. 1932. *The Causes of Evolution*. New York.
- Hall C. S. and R. E. Fagen. 1956. *Definition of System*.
- Hassard J. and D. Pym. 1990. *The Theory and Philosophy of Organizations: Critical Issues and New Perspectives*.
- Hayek F. A. 1967. *Studies in Philosophy, Politics, and Economics*. Chicago.
- Hayles N. K. 1991. *Chaos and Order*. Chicago.
- Hecker J. F. 1934. *Russian Sociology*. London.
- Hilton P., ed. 1967. *Structural Stability: The Theory of Catastrophes and Applications in the Sciences*. Berlin.
- Holland J. H. 1975. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. Ann Arbor, MI.
- Huntington S. P. 1996. *The Clash of Civilizations and the Remaking of World Order*. New York.
- Huxley J. S. 1942. *Evolution, the Modern Synthesis*. New York and London.
- Huxley J. S. 1953. *Evolution in Action*. New York.
- Huxley J. S. 1954. The evolutionary process. In J. S. Huxley, A. C. Hardy and E. B. Ford, eds. *Evolution as a Process*. London.
- Huxley J. S. 1957. *New Bottles for New Wine*. New York.
- Huxley J. S. and G. Teissier. 1936. Terminology of Relative Growth. *Nature* 137 : 780.
- Nyatt T. 1894. Phylogeny of an acquired characteristic. *Proc. Amer. Phil. Soc.* 32 : 349–640.
- Заде Л. 1962. От теории цепей к теории систем. Труды Института Радиоинженеров. 50 (1).
- Jensen K.M. 1978. *Beyond Marx and Mach: Aleksandr Bogdanov's Philosophy of Living Experience*. Dordrecht.
- Jung C. G. 1978. *Jung Speaking: Interviews and Encounters*. London.
- Юнг К. Г. 1995. *Аналитическая психология*. М.
- Kauffman S. A. 1995. *At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-Organization and Complexity*. New York, Oxford.
- Китайгородский А. И. 1956. Порядок и беспорядок в мире атомов. М.
- Klir G. J. 1968. *An Approach to General Systems Theory*. Princeton, N. J.
- Koestler A. 1975. *The Ghost in the Machine*. Picador.
- Корольков Б. П. 1997. Ряды в эволюции структур. *Вестник Российской Академии наук*, 67(10) : 929–935.
- Kotarbiński T. 1965. *Praxiology: an Introduction to the Science of Efficient Action*. New York.
- Кравец А. С. 1970. *Вероятность и системы*. Воронеж.
- Кремянский В. И. 1969. *Структурные уровни живой материи*. М.
- Крик Ф. 1959. Строение вещества наследственности. В кн.: *Физика и химия жизни*. М.
- Krohn W., G. Koppers, and H. Nowotny, eds. 1990. *Self-Organization: Portrait of a Scientific Revolution*. Dordrecht.
- Кэмпбелл Д. Т. 1964. Слепые вариации и селективный отбор как главная стратегия процесса познания. В кн.: *Самоорганизующиеся системы*. М.

- Ланцош К. 1965. Вариационные принципы механики. М.
- Lazlo E., ed. 1972. *The Relevance of General Systems Theory*. New York.
- Ф Ле Дантек. 1910. Основные начала биологии. СПб.
- Лернер Л. Я. 1967. Начала кибернетики. М.
- Lincoln Y., ed. 1985. *Organizational Theory and Inquiry: The Paradigm Revolution*. Beverly Hills, CA.
- Lotka A. J. 1925. *Elements of physical biology*. Baltimore.
- Lynch A. 1996. *Mind Contagion. The New Science of Memes*.
- Малиновский А.А. 1960. Типы управляющих биологических систем и их приспособительное значение. Проблемы кибернетики, 4.
- Малиновский А. А. 1967. Организация. Философская энциклопедия. Т. 4. М.
- Малиновский А. А. 1970. Общие вопросы строения систем и их значение для биологии. В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М.
- Малиновский А. А. 1974. Случайность в эволюционном процессе и «недарвиновская эволюция». Стр.103–113. В кн.: А. Я. Ильин, ред. Философия в современном мире. Философия и теория эволюции. М.
- Matejko A. J. 1986. *In Search of New Organizational Paradigms*. New York.
- Mattessich R. 1978. *Instrumental reasoning and systems methodology*. Dordrecht.
- Mattessich R. 1982. The Systems approach: its variety of aspects. *J. Amer. Soc. Information Sci.* November 1982 : 383–394.
- Maul N. L. 1977. Unifying Science without Reduction. *Studies in the History and Philosophy of Science* 8 : 143–162.
- Маур Е. 1942. *Systematics and the Origin of Species*. New York.
- Maур E. 1963. *Animal Species and Evolution*. Cambridge, Mass.
- Медников Б. М. 1976. Геном и язык (параллели между эволюционной генетикой и сравнительным языкознанием). *Бюлл. Моск. О-ва Испыт. Природы. Огд. Биол.* 81(4) : 134–147.
- Mesarović M. D. 1961, 1964. *Systems Research and Design; View on General Systems Theory*. New York.
- Mesarović M. D. 1964. Foundations for a General Systems Theory, in M. D. Mesarović (ed.), *Views on General Systems Theory*, pp. 1–24. New York.
- Mesarović M. D. 1968. Systems Theory and Biology — Vow of a Theoretician, pp. 59–87. *In* M. Mesarović (ed.), *Systems Theory and Biology*. New York.
- Месарович М. 1970. Теория систем и биология: точка зрения теоретика. *Системные исследования*, 1970 : 137–163.
- Mesarović M. D., D. Macko, and Y. Takahara. 1970. *Theory of Hierarchical, Multilevel Systems*. New York.
- Mesarovic M., D. Macko and Y. Takahura. 1975. *General System Theory: Mathematical Foundations*. New York.
- Миклин Ф. М. 1970. О критериях прогресса живой природы и техники, стр. 101–126. В кн.: К. М. Завадский и Ю. С. Мелешенко. Теоретические вопросы прогрессивного развития живой природы и техники. Л.
- Mill J.S. 1859. *On Liberty*. London.
- Миль Д. С. 1906. О свободе. СПб.
- Moritz E. 1990. «Memetic Science: I — General Introduction». *Journal of Ideas* 1 : 1–23
- Mitchell Waldrop M. 1992. *Complexity*. New York.
- Налимов В. В. и З. М. Мульченко. 1969. *Наукометрия*. М.

- Noiré L. 1874. Die Welt als Entwicklung des Geistes. Baustein zu einer monistischen Weltanschauung. Leipzig.
- Noiré L. 1875. Der monistische Gedanke. Ein Concordanz der Philosophie Schopenhauer's, Darwin's, R. Mayer's und L. Geiger's. Leipzig.
- Noiré L. 1877. Der Ursprung der Sprache. Mainz.
- Новик И. Б. 1965. О моделировании сложных систем. М.
- Oster G. F. and E. O. Wilson. 1978. Caste and Ecology in Social Insects. Princeton.
- Овчинников П. Ф. 1969. Структура и симметрия, стр. 111–121. В кн.: Системные исследования. Ежегодник 1969. М.
- Park R. E. 1928. Human migration and the marginal man. Amer. J. Sociol. 33 : 881–893.
- Peacocke C. 1979. Holistic Explanation. Oxford.
- Peebles P. J. E. 1980. The Large Scale Structure of the Universe. Princeton, NJ.
- Peirce C. S. 1935. Collected Papers. Vol. 6. Cambridge.
- Pétrovich M. 1921. Mecanismes communs aux phénoménés disparates. Paris.
- Петрушенко Л. А. 1968. Концепция параллельно-перекрестного взаимодействия («закон замкнутых пространств») и философские взгляды русского физиолога Н. А. Белова. В кн.: Организация и управление. М.
- Петрушенко Л. А. 1975. Единство системности, организованности и самодвижения. М.
- Plenge J. 1927. Um die allgemeine Organisationlehre. Weirwirtschaftliches Archiv vol. 25.
- Поваров Г. Н. 1968. Норберт Винер и его кибернетика. Предисловие к книге: Н. Винер. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. М.
- Polya 1954. Mathematics and Plausible Reasoning. Princeton.
- Пояя Д. 1957. Математика и правдоподобные рассуждения. М.
- Poincaré H. 1905. La Valeur de la Science. Paris.
- Poincaré H. 1908. Science et Methode. Paris.
- Popper R. 1963. Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge. New York.
- Popper K. R. 1972. Objective Knowledge. Oxford.
- Пуанкаре А. 1983. О науке. М.
- Rapoport A. 1963. Remarks on General Systems Theory. General Systems 8 : 123–124.
- Rapoport A. 1965. Operational Philosophy. Integrating Knowledge and Action. New York.
- Rapoport A. 1966. Mathematical Aspects of General Systems Analysis'. General Systems Yearbook 11 : 3–11.
- Rapoport A. 1972. The Search of Simplicity, pp. 15–30. In E. Lazlo (ed.), The Relevance of General Systems Theory. New York.
- Rapoport A. 1986. General System Theory. Cambridge.
- Rapoport A. and W.J. Horvath. 1959. Thoughts and Organization Theory. General Systems Yearbook 4 : 87–91.
- Russell B. 1927. Why I am not a Christian. London.
- Рассел Б. 1987. Почему я не христианин. М.
- Rensch B. 1959. Evolution Above the Species Level. New York.
- Rickert H. 1899. Kulturwissenschaft und Naturwissenschaft.
- Риккерт Г. 1911. Науки о природе и науки о культуре. СПб.
- Robertson T. B. 1923. Chemical Basis of Growth and Senescence. Philadelphia — London.
- Ruelle D. 1991. Chance and Chaos. Princeton, N.

- Рузавин Г. И. 1995. Самоорганизация и организация в развитии общества. *Проблемы философии*, 8 : 63–72.
- Садовский В. Н. 1995. Эмпириомонизм А. А. Богданова: забытая глава философии науки. *Вопросы философии* 8 : 50–62.
- Sapir E. 1949. *Language: An Introduction to the Study of Speech*. New York.
- Шафрановский И. И. 1968. Симметрия в природе. Л.
- Schindewolf O. H. 1964. *Erdgeschichte und Weltgeschichte*. Abhandl. Der Akad. Der Wiss. Und der Liter. In Mainz, der math.-naturwissenschaftl. Kl. Jahrgang 1964, 2 : 53–104
- Шмальгаузен И. И. 1940. Пути и закономерности эволюционного процесса. М.
- Шмальгаузен И. И. 1946. Проблемы дарвинизма. М.
- Шмальгаузен И. И. 1968. Факторы эволюции. М.
- Штофф В. А. 1963. Роль моделей в познании. Л.
- Шубников А. В. 1947. Образование кристаллов. М.; Л.
- Шубников А. В. 1951. Симметрия и антисимметрия конечных фигур. М.
- Шубников А. В. 1960. Симметрия подобия. Кристаллография.
- Северцов А. Н. 1925 (2-ое изд. 1935). Главные направления эволюционного процесса. М.
- Северцов А. Н. 1949. Морфологические закономерности эволюции. М.
- Сетров М. И. 1967. Об общих элементах тектологии А. Богданова, кибернетики и теории систем. Ученые записки кафедр естественных наук вузов г. Ленинграда. Философия, вып. 8. Л.
- Сетров М. И. 1970. Принцип системности и его основные понятия. В кн.: Проблемы методологии системного исследования. М.
- Schrödinger E. 1944. *What is Life?* Cambridge.
- Sinai I. G. 1982. *Theory of Phase Transitions*. Oxford.
- Slobodkin L. B. 1992. *Simplicity and Complexity in Games of the Intellect*. Cambridge, Harvard UP.
- Сорокин П. А. 1920. Система социологии. I, 11. Петроград.
- Сорокин П. А. 1922. Рецензия на книгу Н. Бухарина «Теория исторического материализма». *Экономист* 3 : 143–148.
- Spencer H. 1862. *First Principles*. London.
- Spencer H. 1900. *First Principles*. Sixth revised edition. London.
- Stein D. and L. Nadel, eds. 1991. *Lectures in Complex Systems*. Redwood City, CA.
- Suseman H. and R. Zahler. 1978. *Catastrophe Theory as Applied to the Social and Biological Sciences*. Synthese, 37 : 117–216.
- Susiluoto I. 1982. The origins and development of systems thinking in the Soviet Union. *Annales Acad. Sci. Fennicae. Dissertationes Humanarum Litterarum*, 30.
- Тастин А. 1961. Обратная связь. В кн.: Автоматическое управление. М.
- Takhtajan A. L. 1959. *Die Evolution der Angiospermen*. Jena.
- Тахтаджян А. Л. 1964. Основы эволюционной морфологии покрытосеменных М.; Л.
- Тахтаджян А. Л. 1972. Тектология, история и проблемы. В кн.: Системные исследования. М.
- Тахтаджян А. Л. 1989. Слово о тектологин. В кн.: А. А. Богданов. Тектология. Книга 2 : 348–351.
- Тахтаджян А. Л. 1991. Дарвин и современная теория эволюции, стр. 489–522. В кн.: Ч. Дарвин. Происхождение видов путем естественного отбора. СПб.

- Теплов Л. 1963. Очерки о кибернетике. Изд. 2. М.
- Thom R. 1975. Structural Stability and Morphogenesis: An Outline of a General Theory of Models. Reading, MA.
- Тимофеев-Ресовский Н. В. 1995. Воспоминания. М.
- Тимофеев-Ресовский Н. В., Н. Н. Воронцов и А. В. Яблоков. 1977. Краткий очерк теории эволюции. 2-е, перераб. изд. М.
- Thom R. 1975. Structural stability and morphogenesis: an outline of general theory of models. Tr. By D. H. Fowler. Reading, Massachusetts.
- Tocqueville A. 1835. De la démocratie en America. Paris.
- Токвиль А. 1992. Демократия в Америке. М.
- Toynbee A. J. 1948. Civilization on Trial. London.
- Тойньи А. Дж. 1995. Цивилизация перед судом истории. Москва.
- Уайт Д. 1995. От философии к всеобщей организационной науке: источники и предшественники тектологии А. Богданова. Вопросы философии, 8 : 38–49.
- Усов А. И. 1961. Некоторые тенденции в развитии естественных наук и принципы их классификации. Вопросы философии. 8.
- Усов А. И. 1971. Логические основы метода моделирования. М.
- Усов А. И. 1978. Системный подход и общая теория систем. М.
- Урманцев Ю. А. 1995. Тектология и общая теория систем. Вопросы философии, 8 : 14–23.
- Utechin S. V. 1962. Philosophy and Society: Alexander Bogdanov. In L. Labedz, ed. Revisionism: Essays in History of Marxist Ideas. London.
- Фейнман Р., Р. Лейтон и М. Сэндс. 1966. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 6. Электродинамика. М.
- Вавилов Н. И. 1920. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Труды I Всерос. съезда по селекции и семеноводству в г. Саратове. Стр. 41–56.
- Вавилов Н. И. 1935. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. М.; Л.
- Veblen T. 1919. The intellectual pre-eminence of Jews in modern Europe. Politl. Sci. Quart. 34 : 33–42.
- Vennemann Theo. 1975. An Explanation of Drift, pp. 269–305. In C.N. Li, ed. Word Order and Word Order Change. Austin, Texas.
- Volterra V. 1921. Leçons sur la théorie mathématique de la lutte pour vie. Paris.
- Weizsacker von C. F. 1980. The Unity of Nature. New York.
- Wiener N. 1961. Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine. 2 ed. New York — London.
- Винер Н. 1983. Кибернетика. М.
- Wilson E. O. 1971. The Insect Societies. Cambridge.
- Wilson E. O. 1980. Sociobiology. The Abridged Edition. Cambridge, Massachusetts.
- Windelband W. 1894, 1904. Geschichte und Naturwissenschaft. Strasburger Rectoratsrede.
- Виндельбанд В. 1904. Прелюдии. СПб.
- Witzeman E. J. 1933, 1934. Mutation and adaptation as component parts of a universal principle. I. The principle of rhythm and periodicity. II. The autocatalysis curve. III. The spectrum of life. IV. The behavior of organized units. Amer. Naturalist 67 : 163–177, 264–275, 341–351, 68 : 150–161.
- Yates F. E., ed. 1987. Self-Organizing Systems: The Emergence of Order. New York.

- Yovits M. and S. Cameron, eds. 1960. *Self-Organizing Systems*. London.
- Yovits M., G. Jacobi and G. Goldstein. 1962. *Self-organizing Systems 1962*. Washington, DC.
- Zeeman E. 1977. *Catastrophe Theory*. Reading, MA.
- Завадский К. М. 1970. К проблеме прогресса живых и технических систем, стр. 1–28. В кн.: К. М. Завадский и Ю. С. Мелешенко, ред. *Теоретические вопросы прогрессивного развития живой природы и техники*. Л.
- Zeleny M. 1979. *Cybernetics and general systems — a unitary science?* *Kybernetes* 8 : 17–23.
- Zeleny M. 1981. *Autopoiesis: A Theory of Living Organization*. New York.
- Zeleny M. 1988. *Tectology*. *Int. J. General Systems* 14 : 331–343.

Научное издание

Тахтаджян Армен Леонович

Principia tectologica.
Приципы организации и трансформации
сложных систем:
ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД

Публикуется в авторской редакции
Зав. издательством *Д. В. Гельтман*
Компьютерный набор автора
Изготовление оригинал-макета *Н. Н. Каравановой*

ЛР 021251 от 23.10.97. Сдано в набор 20.10.00. Подписано к печати 20.01.01.
Формат 60 x 90¹/₁₆. Печ. л. 7,8. Уч.-изд. л. 6,75. Бумага тип. Гарнитура «Таймс».
Заказ 90. Тираж 500 экз.

Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия.
Издательство СПХФА — член Издательско-полиграфической ассоциации
вузов Санкт-Петербурга
197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 14

Отпечатано с готовых диапозитивов в ГИПП «Искусство России»
198099, Санкт-Петербург, ул. Промышленная, д. 38, корп. 2