

87.2
К 546

Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов



ОСНОВАНИЯ СИНЕРГЕТИКИ

ИНСТИТУТ ФИЛОСОФИИ
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ ИМ. М.В.КЕПДЫША
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов

ОСНОВАНИЯ СИНЕРГЕТИКИ



87.2
К 546

ИНСТИТУТ ФИЛОСОФИИ
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ ИМ. М.В.КЕПДЫША
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов

ОСНОВАНИЯ СИНЕРГЕТИКИ

РЕЖИМЫ С ОБОСТРЕНИЕМ,
САМООРГАНИЗАЦИЯ, ТЕМПОМИРЫ

научное издание

5 8 5 4 7 4

Издательство
«Алетейя»
Санкт-Петербург
2002

БИБЛИОТЕКА
Омского педагогического
университета

ББК 3 817
УДК 536.75
К 54

Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов

К 54 Основания синергетики. Режимы с обострением, само-
организация, темпомиры — СПб.: Алетея, 2002. — 414 с.
ISBN 5-89329-517-X

В книге рассматриваются основные понятия, представления и модели современной междисциплинарной теории самоорганизации и коэволюции сложных систем. Проблемы обсуждаются в контексте философских изысканий в области холизма, телеологии, эволюционизма и гештальтпсихологии. Синергетические идеи живо иллюстрируются образами из истории культуры и науки, художественного и научного творчества, индивидуальной психической жизни и социальной практики. Показывается эвристическое значение синергетических моделей в теории познания, исследовании будущего, образовании и обучении, управленческой деятельности.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, студентов, преподавателей, учителей, научных работников, специализирующихся в различных областях естественнонаучного и гуманитарного знания, для всех, стремящихся использовать новейшие результаты науки для размышлений и достижения успеха в собственной жизни.



Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского Фонда Фундаментальных Исследований (РФФИ)
№ проекта 01-06-87076

В оформлении обложки использована картина Ф. Валлотона
«Пейзаж с деревьями» (1911 г.)

ISBN 5-89329-517-X



9 785893 295177

© Издательство «Алетея» (СПб.), 2002 г.
© Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов, 2002 г.

429.40

ПРЕДИСЛОВИЕ

За девять лет, прошедших со времени написания нашей книги «Законы эволюции и самоорганизации сложных систем»¹, произошли существенные сдвиги в ментальной и духовной атмосфере общества. Современный мир потрясает темпом происходящих в нем изменений, а Россия, кроме того, — глубиной нестабильности и кризисных явлений. В условиях быстрых изменений политической и социальной обстановки шоковые и стрессовые состояния людей становятся не исключением, а скорее правилом. Сориентироваться в изменяющихся социальных ситуациях и приспособиться к каскадам экологических, политических, научных сдвигов в мире — весьма непросто. Это приводит к росту хаотических элементов в общественном сознании и культуре.

Неясно, как жить сегодня и что ожидает нас завтра. Утрачены ориентиры: к чему готовиться и каких моральных правил следует придерживаться в своей деятельности? Остро встает вопрос о том, для чего вообще жить. Темные глубины сдерживаемых культурой и исторической традицией животных инстинктов начинают диктовать свою примитивную политику выживания. Эту стадию усиления неопределенности и хаоса отражают современное искусство, массовая культура, философия.

Современные средства связи многократно усиливают потоки передаваемой информации. Многие семьи российской интеллигенции, следуя прежним традициям, чтят книгу, собирают собственные обширные библиотеки. Но для каждого члена этих семей неизбежно наступает такое время, когда он понимает, что никогда не прочтет и даже не пролистает всего собранного.

Еще более остро ощущение неосуществленных намерений, моря возможного, но пока неизведанного, то ощущение, которое создает виртуальный мир. Толпы людей, скопления исторических событий, огромные массивы всевозможных сведений — со всем этим ежедневно и непризвольно сталкивается всякий человек через телевидение, радио, видеозаписи, компьютерные диски и дискеты, через Интернет. При этом, как правило, навязываются трафареты примитивного массового сознания. Потоки информации ошеломляют, гипнотизируют, не успевая быть подвергнутыми анализу, они смывают друг друга. Переизбыток информации по-

¹ Книга была написана зимой 1991–1992 гг. и опубликована издательством «Наука» в Москве в 1994 г.

давляет ее личностное осмысление и использование. Вносится сумбур в личностный мир всякого человека, насаждается чувство неотличимости жизни и необходимости следования преподносимым образцам поведения, не остается места для выдумки и полета творческой мысли. В том случае, если личностные защитные оболочки человека ослаблены, может существенно ослабевать процесс генерирования новой информации и нового знания, для которого необходимы достижение внутренней тишины и концентрации интеллектуальной деятельности.

Усиление информационных потоков в обществе является аналогом усилении диффузионных, диссипативных элементов по сравнению с организуемым началом (работой нелинейных источников) в эволюции сложных систем. Это приводит к уменьшению скорости роста при сохранении основных системных свойств. Человечество частично возвращается в прошлое. Развитие общества замедляется, наступает стадия как бы нового средневековья. Таков один из сценариев осуществления глобального демографического перехода в ближайшие десятилетия XXI века².

В таких социально-психологических условиях синергетика как общая теория самоорганизации и сложности может сыграть роль нового мировоззренческого ориентира. Глубокое увлечение или неприкрытый скептицизм, неподдельный интерес, простое любопытство или раздражение по поводу претензий синергетики на универсальность — весь спектр человеческих позиций и отношений вызывает синергетику. Синергетика не оставляет людей равнодушными. И это главное.

Синергетика становится не просто модной, но превращается в действенный инструмент исследования сложных систем. Фигурально выражаясь, она распространяется в виде некой ментальной инфекции. Заразившись синергетикой, почувствовав конструктивность и эвристичность синергетического образа мышления, становится трудно излечиться от этой «синергетической болезни».

Настоящая работа представляет собой лишь одно направление в многорусловом синергетическом течении. Здесь важен даже не сам термин «синергетика», который используется в данном случае как некий зонтообразный термин, охватывающий различные подходы к пониманию принципов коэволюции и самоорганизации сложноорганизованных систем самого разного рода. Эти подходы развиваются в ряде научных школ в России и на Западе. Общая направленность этих исследований может быть выражена немногими ключевыми словами: эволюция, коэволюция, самоорганизация, сложные системы, хаос, нелинейность, нестабильность, открытость, устойчивое развитие (sustainable development).

Частично эти разные направления к построению теории самоорганизации и сложности были представлены на январской (1996) встрече Меж-

² *Белавин В. А., Капица С. П., Курдюмов С. П.* Математическая модель глобальных демографических процессов с учетом пространственного распределения // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1998. Т. 38. № 6. С. 900. См.: Приложение I к настоящей книге.

дународного Московского синергетического форума и на Международном симпозиуме «Синергетика и общество», состоявшемся в Санкт-Петербурге 22–24 января 1999 г.

Январский форум 1996 прошел под общим названием «Устойчивое развитие в изменяющемся мире» в санатории Тимирязевского парка Москвы 27–31 января 1996 г. Брюссельскую научную школу И. Пригожина представляли на форуме директор Международного Сольвеевского института, доктор И. Антониу, выступивший с докладом «Вероятностное обобщение динамики и сложности», и молодой сотрудник этого института В. Басиос с презентацией на тему «Управляемый хаос: приложение к вероятностной причинности».

От немецкой группы ученых, объединенных вокруг Центра синергетики при Институте теоретической физики профессора Г. Хакена в Штутгарте, выступил профессор К. Майнцер, который сформулировал некоторые философские и футурологические следствия новой науки о самоорганизации и сложности.

Результаты всестороннего исследования проблемы, понятия и самого термина «сложное» были изложены в докладе профессора Э. Морена, директора Центра трансдисциплинарных исследований (Социология. Антропология. История) в Париже.

Профессор Э. Ласло, президент Международного общества наук о системах, член Римского клуба, рассказал о своем понимании способов построения трансдисциплинарной единой теории.

Большой интерес вызвал доклад профессора Дж. Николиса из Университета Патраса (Греция) «Хаотическая динамика лингвистических процессов и формирование паттернов в человеческом мозге: новая модель селективной передачи информации».

Конструктивность применения новой синергетической методологии к пониманию хода процессов урбанизации была показана профессором Г. Бюржелем из Парижского университета в докладе *«Новые подходы к урбанистическим процессам и управлению городской политикой»*.

Нетрадиционные подходы к образованию, по сути дела основы «синергетики образования» были развернуты в докладе профессора Г. Шефера из Университета Гамбурга, президента Ассоциации немецких биологов.

Российские исследования в области синергетики и ее социальных приложений были представлены в докладах академиков В. С. Степина и Н. Н. Моисеева, профессоров Т. П. Григорьевой, Ю. А. Данилова, С. П. Капицы, Ю. Л. Климонтовича, А. П. Огурцова, Д. С. Чернавского, В. А. Шупера, а также авторов настоящей книги. Статьи, подготовленные по результатам сделанных на январском форуме 1996 докладов, легли в основу недавно вышедшей в свет книги «Синергетическая парадигма: Многообразие поисков и подходов» (М.: Прогресс-Традиция, 2000).

Спектр представленных на этом форуме докладов и выступлений позволяет лучше определить место научной школы в Институте прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, результаты многолетней работы ко-

торой обобщают и философски осмысливают авторы этой книги. Синергетика рассматривается здесь как теория нестационарных быстроразвивающихся структур в открытых нелинейных средах (системах). В фокусе внимания оказываются механизмы локализации процессов в виде эволюционирующих (метастабильных) структур, типы быстрых, лавинообразных процессов (так называемых режимов с обострением) и способы их взаимного переключения, конструктивные принципы коэволюции сложных структур, иначе говоря, принципы соединения, сборки структур «разного возраста», структур, развивающихся в разном темпе, в одну более сложную.

Итак, с позиции сегодняшнего дня синергетику можно рассматривать как новое междисциплинарное движение в современной науке, знаменующее собой становление нового взгляда человека на мир и на самого себя в этом мире. Синергетика — это новый диалог человека с природой, новый синтез человеческого знания и мудрости. Синергетика — это новый подход к познанию кризисов, нестабильности и хаоса, к созданию средств управления ими. К этой формулировке квинтэссенции синергетики пришли организаторы Московского синергетического форума, в числе которых были и авторы книги.

Синергетика как междисциплинарное направление научного поиска имеет глубокие мировоззренческие следствия. Она не просто меняет понятийный строй мышления, но отчасти перестраивает и наше мироощущение, восприятие пространства и времени, понимание хода эволюционных процессов, а также и наше отношение к жизни, жизненную позицию. Синергетика открывает другую сторону мира: его нестабильность, нелинейность и открытость (различные варианты будущего), возрастаю-



Фото 1. Круглый стол по синергетике (ноябрь 1995 г.).

Сидят: И. В. Мелик-Гайказян (слева), Е. Н. Князева (справа);
стоят: С. П. Капица (десятый слева) и далее: В. А. Белавин, Г. Г. Малинецкий,
С. П. Курдюмов, Е. Щербинина, В. Г. Буданов, В. А. Копчик, Ю. Л. Климонтович,
И. А. Акчурин

щую сложность формообразований и их объединений в эволюционирующие целостности.

Синергетика, по сути дела, позволяет развить новое, нетрадиционное видение мира. Главное чудо состоит в том, что мир устроен так, что он допускает сложное. Хорошо известна космологическая формулировка антропного принципа: «Мы видим Вселенную такой, как она есть, потому что существуем сами». Сложность наблюдаемой Вселенной определяется очень узким диапазоном сечений первичных элементарных процессов и значениями фундаментальных констант. Антропный принцип оказывается принципом существования сложного в этом мире. Чтобы на макроуровне сегодня было возможно существование сложных систем и высокоорганизованных существ, элементарные процессы на микроуровне изначально должны были протекать очень избирательно.

В третьей главе книги мы формулируем гипотезу о распространении антропного принципа на условия проявления «сложности» в явлениях самоорганизации. Эта гипотеза состоит в том, что **сложный спектр структур-аттракторов, отличающихся различными размерами и формами, существует лишь для узкого, уникального класса моделей со степенными нелинейными зависимостями**. Структурных форм много только в случае степенного закона. Удивительно, что все сложное построено в мире чрезвычайно избирательно, что эволюционный коридор в сложное очень узок. Эволюционное восхождение по лестнице все усложняющихся форм и структур означает реализацию все более маловероятных событий. Нелинейный мир по своей природе таков, что в нем возрастает вероятность совершения маловероятных событий.

Не менее удивительно то, что возможные формообразования дискретны, квантованы. Промежуточные эволюционные формы неустойчивы. Они не сохранились, потому что эволюционировали к более устойчивым состояниям. Почему, например, существуют только волки и лисы или лошади и верблюды как биологические виды и не наблюдается промежуточных существ? Промежуточные существа просто нежизнеспособны. Если некие симбиотические существа и могут быть рождены, то они — с синергетической точки зрения — представляют собой неустойчивые структуры, которые подвержены быстрому распаду.

Еще один фундаментальный факт, вынуждающий пересматривать привычное мировоззрение, — это закон роста населения Земли. В работах С. П. Капицы показано, что человечество как система, как единый организм развивается уже более миллиона лет³. О развитии системы человечества как целого можно судить по изменению отдельных параметров. В качестве ключевого параметра может служить численность людей N на

³ Капица С. П. Феноменологическая теория роста населения Земли // Успехи физических наук. 1996. Т. 166. № 1. С. 63–79; Капица С. П. Сколько людей жило, живет и будет жить на Земле: общая теория роста человечества. М.: Высшая школа, 1999. См. также работу: Малинецкий Г. Г. Нелинейная динамика — ключ к теоретической истории // Общественные науки и современность. 1996. № 4. С. 105–112.

Земле. С. П. Капица собрал и проанализировал данные демографов и антропологов. Оказалось, что зависимость числа людей N от времени описывается гиперболой, которая имеет асимптоту где-то между 2010–2025 годами.

По сути дела открыт и количественно описан закон исторического развития глобальной системы — человечества. Эта система развивается в так называемом режиме с обострением. Различные классы режимов с обострением уже давно изучаются математически и на ряде физических процессов. Таким образом, «проскочила искра» взаимного совпадения между результатами нелинейной науки — синергетики — и современными данными демографии и антропологии.

Процессы развития человечества происходят в темпе режима с обострением, когда число людей на Земле к 2010–2025 гг. должно — согласно применяемой модели — достигнуть бесконечности. Разумеется, бесконечности в действительности не может быть: происходит выход на логистическую кривую, после резкого возрастания темпов роста наступает его существенное замедление, население стабилизируется в своей численности. Это явление называется демографическим переходом. Развитые страны Европы и Северной Америки уже миновали эту стадию.

Огромный период человеческой истории, более миллиона лет до самого последнего времени (приблизительно до 1960–1970 гг.) хорошо описывается законом быстрого развития с обострением. Хотя в настоящее время темп развития и несколько замедлился по сравнению с 1970 годом, но он еще чудовищно велик. Впервые в истории планеты всего за 40 лет ее население удвоилось: в 1960 году численность населения Земли составляла 3 миллиарда человек, а к концу 1999 года уже 6 миллиардов. Число людей на Земле продолжает расти и к 2050–2070 гг. достигнет 12 миллиардов.

Существенно, что человечество как единая и целостная система развивается неравномерно по времени. Она развивается не по закону роста геометрической прогрессии, как это предполагал Мальтус, и не по экспоненте, как многие считают до сих пор, а по гиперболическому закону, в режиме с обострением.

Открытие закона роста человечества, с точки зрения ряда исследователей, эквивалентно по своей фундаментальности открытию независимости скорости света от движения источника в опытах Майкельсона. А. Эйнштейн построил на этой основе специальную теорию относительности. Ее важной составной частью стали новые представления о пространстве и времени. Показано, в частности, что описание хода времени и размеров объектов различно для систем,двигающихся друг относительно друга с разными скоростями. Эти новые свойства проявляются наиболее ярко в том случае, когда разность скоростей систем приближается к скорости света.

Вспомним задачу о двух близнецах. Один из них отправляется с Земли в космическое путешествие со скоростью, близкой к скорости света, а

другой остается на Земле. Когда путешествующий близнец возвращается на Землю, то замечает, что для него прошли годы, тогда как для землян уже прошли тысячелетия. Возможность замедления времени и, тем самым, увеличения времени полураспада ядерных частиц экспериментально наблюдалась при их ускорении до околосветовых скоростей. Эти эффекты количественно соответствовали предсказаниям специальной теории относительности.

Важной особенностью этой теории является, кроме того, поиск инвариантов, величин, независимых от относительной скорости движения систем. Были построены такие инварианты, как пространственно-временная длина, тензор энергии и импульса.

Мы напоминаем здесь об этих фундаментальных следствиях специальной, а затем и общей теории относительности, поскольку они открыли человечеству доступ к новым могущественным и вместе с тем опасным силам ($E = mc^2$, ядерный реактор, термоядерный синтез). Еще глубже философские следствия теории относительности, они породили неклассическое мышление.

Если в ускорителе ядерные частицы ускоряются до скоростей, близких к скорости света, то их масса растет по закону

$$m(v) = \frac{m_0}{(1 - v^2/c^2)^{1/2}},$$

где m_0 — масса покоя частицы, v — скорость частицы, c — скорость света (рис. 1).

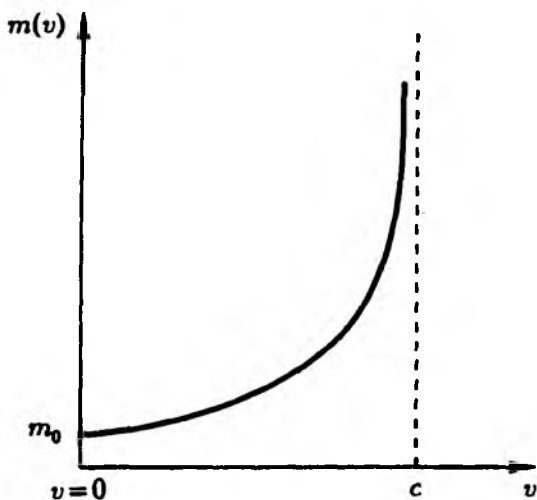


Рис. 1

Особенности специальной теории относительности связаны с гиперболическим ростом массы частицы по мере приближения ее скорости к скорости света. По сути, в этом случае мы имеем дело с проявлением нелинейных законов роста в режиме с обострением. Причем в специальной теории относительности имеет место обострение по скорости, тогда как в случае роста численности людей на Земле N — обострение по времени.

$$N(t) = \frac{10^8}{(1 - t/t_f)},$$

где t — время, t_f — время обострения, $t_f \approx 2025$ (рис. 2).

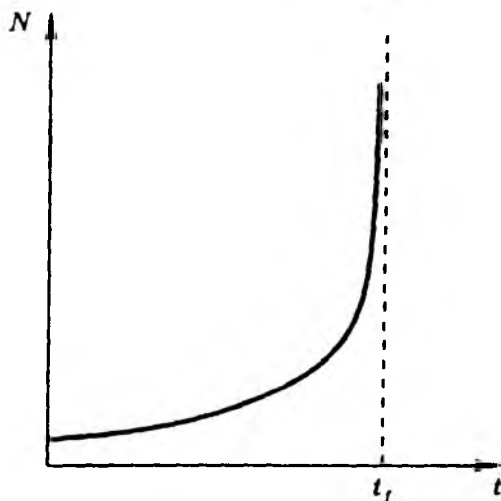


Рис. 2

Существенно, что в обоих случаях в решении при изменении характерного параметра в конечном диапазоне величин наблюдается особенность, а темп течения процесса описывается гиперболическим законом (режимом с обострением). Совпадение характера законов говорит о многом. Оба процесса принадлежат к классу режимов с обострением, и поэтому аппарат, развитый в одной области, со всеми его следствиями может помочь прояснить ситуацию в другой.

Так, в первом случае при приближении к особенности, т. е. при скоростях, близких к релятивистским, масса ускоряемой частицы чудовищно быстро растет (увеличивается инерция движения), расстояния вдоль движения сокращаются, а ход времени замедляется. В специальной теории относительности рассматривается проблема выхода в мир сверхсветовых скоростей (тахiony и т. д.), т. е. проблема прохождения особенности.

Применяя теорию режимов с обострением к развитию человечества, приходим к заключению, что мы в настоящее время как раз проходим эту

особенность, являемся свидетелями глобального демографического перехода, живем вблизи особенности. Как осуществляется демографический переход и каковы сценарии дальнейшего развития человечества, изучается в ряде работ⁴. В данном случае мы хотим подчеркнуть, что отнюдь не являемся сторонними наблюдателями, но участниками самой игры. Мы находимся в русле исторических тенденций и можем наблюдать как бы изнутри, что делается вблизи обострения и какова термодинамика сильно неравновесных режимов с обострением.

Удивительно, что этот внутренний закон роста, имеющий силу для всей истории развития человечества, чрезвычайно устойчив. Чудовищные войны, эпидемии, приводившие к вымиранию населения огромных регионов, ложились на кривую роста лишь как малые отклонения от общей тенденции, которая быстро восстанавливала себя.

В то же время характер современной стадии цивилизационного развития (ускорение мировых процессов, возрастающая нестабильность, множество возможных, угрожающих миру катастрофических ситуаций) определяется во многом приближением демографического роста к «моменту обострения».

«Кризисы — это не временное состояние, а путь внутренней жизни». Эти слова известного психолога Л. С. Выготского попадают в резонанс с сегодняшним синергетическим видением мирового развития. Эволюционные кризисы в определенной мере неизбежны, ибо сложные организации вблизи момента максимального развития, «момента обострения» становятся неустойчивыми к малым возмущениям, флуктуациям на микроуровне. Здесь мы встречаемся с новым типом странных аттракторов, действие которых проявляется на асимптотической стадии, вблизи момента обострения, и приводит к рассогласованию темпов развития различных подструктур внутри сложной структуры и к ее распаду. При приближении к моменту обострения процессы становятся чрезвычайно нестационарными, возникает угроза стохастического, «радиоактивного» распада сложных структур.

В некотором смысле для сложной организации вообще нерелевантно представление об устойчивости и устойчивом развитии. Сложная организация (структура), скорее всего, лишь метастабильно устойчива. Чтобы поддерживать свою целостность, периодически преодолевать тенденцию к стохастическому распаду, она должна существовать в колебательном режиме, позволяющем замедлять процессы и устанавливать общий темп развития внутри сложной структуры.

Динамика развития сложных природных и социальных организаций и структур связана с периодическим чередованием режимов убыстрения

⁴ *Белавин В. А., Капица С. П., Курдюмов С. П.* Указ. соч. С. 885–902; *Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г.* Синергетика и прогнозы будущего. М.: Наука, 1997; *Князева Е. Н., Курдюмов С. П.* Антропный принцип в синергетике // Вопросы философии. 1997. № 3. С. 62–79; *Подлазов А. В.* Теоретическая демография как основа математической истории. Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, 2000, № 73.

процессов и их замедления, режимов структурализации и стирания различий, частичного распада структур, с периодическим смещением фокуса влияния от центра к периферии и обратно. Попытное движение по времени, частичный возврат к старому, к культурным и историческим традициям является, вероятно, необходимым условием поддержания сложной социальной организации. Эти соображения основываются на фундаментальных математических свойствах нелинейных моделей определенного класса, которые позволяют определить необходимые условия динамического самоподдержания сложных эволюционирующих структур. В этих моделях установлено существование двух взаимодополнительных режимов эволюции сложных систем — LS-режима локализации и возрастания интенсивности процессов и HS-режима «расплывания структур» и «охлаждения».

При этом как бы обнаруживается существование сложных эволюционирующих структур в двух формах — в форме локализованных процессов, «частиц» (LS-режим), и другую часть времени — в форме «волн охлаждения», расплывания процессов по старым следам (HS-режим). Парадоксально, что можно строго математически показать, что линеаризация таких моделей приводит к исчезновению «мира частиц», т. е. к исчезновению второй формы существования сложных структур. То есть линеаризация как бы «вырезает» вторую половину мира.

Группа наших болгарских коллег, в которую входят С. Н. Димова, М. С. Касчиев, М. Г. Колева и Д. П. Василева, недавно получила важный научный результат. В этой же модели при приближении HS-режима к S-режиму открыта возможность существования волн со сложной структурой организации, которые также являются структурами-аттракторами, описываемыми инвариантно-групповыми решениями. Полуширина этих структур-волн растет со временем⁵. Раньше предполагалось, что сложный мир структур соответствует лишь LS-режиму с сокращающейся полушириной при преобладающей роли действия нелинейных источников по сравнению с диффузионными процессами. А в упомянутой выше работе С. Н. Димовой с коллегами открыт еще сложный мир солитонных структур-волн.

Из теории режимов с обострением следует, что вблизи обострения усиливается хаотическая составляющая в эволюции сложных систем. Появляется возможность роста микроскопических флуктуаций до макроскопических размеров. В результате этого нарушается общий темп роста

⁵ *Dimova S. N., Kaschiev M. S., Koleva M. G., Vasileva D. P. Numerical Analysis of Nonradially-Symmetric Structures Arising in Nonlinear Reaction-Diffusion Processes // Proceedings of the Int. Conf. on Programming and Mathematical Methods for Solving Physical Problems. N. Y.: World Scientific, 1994. P. 251–256. Dimova S., Kaschiev M., Koleva M., Vasileva D. Numerical Analysis of Radially Nonsymmetric Blow-up Solutions of a Nonlinear Parabolic Problem // Journal of Computational and Applied Mathematics. 1998. Vol. 97. P. 81–97.*

сложной структуры, необходимый для поддержания ее целостности и устойчивого развития. Сложные структуры могут распасться из-за того, что составляющие их фрагменты (подструктуры) попадают в разные темпомиры. Таким образом, вероятностный, «радиоактивный» распад сложной структуры — один из сценариев прохождения неустойчивости, момента обострения.

Если мы обратимся к описанию устойчивости (или неустойчивости) траекторий на установившейся автомодельной стадии, то метод осреднения предсказывает, что при достижении определенного порогового увеличения потоков информации (при возрастании диффузии информации по сравнению с ее производством) качественно изменяется сам закон развития. Ход развития за очень короткое время, по сути дела скачком, замедляется. Причем замедляется не только темп роста численности людей на Земле, но и темп развития экономики, науки, культуры.

Население рассредоточивается по пространству, расселяется из городов, возникает нечто вроде «глобальной деревни». Вновь возникает традиционное общество, жизнь в котором строится согласно определенным канонам, при соблюдении определенных правил поведения. Появляется новая философия жизни. Глобальная система человечества приводится в порядок, гармонизируется. Уровень жизни в различных геополитических фрагментах глобальной системы выравнивается. Точнее говоря, в большей степени, чем это было раньше, развитие частей согласуется с развитием целого.

Такие стадии замедления процессов наблюдались в истории человечества после гибели цивилизаций и крушения крупных империй. Это, например, — средневековье. Его изучение может подсказать нам, как это ни странно, черты будущего человеческой цивилизации. Конечно, замедление процессов не означает уход в прошлое, остается и осваивается достигнутый уровень развития. Развитие становится более гармоничным и устойчивым.

Парадоксально, но при таком сценарии развития человечества открываются возможности для связи настоящего не только с прошлым, но и с будущим. В случае попадания на один из режимов, сопровождающийся уже не просто стабилизацией процессов, но и их затуханием (в нашей модели это — HS-режим уменьшения интенсивности процессов и «роста полуширины», распространения по пространству), сегодняшний ход процессов в центре является индикатором: будущего развития структуры в целом. В центре структуры осуществляется касание бесконечно удаленного, абсолютного будущего человечества (не $c \cdot t = t_1$, а $c \cdot t = \infty$).

* * *

При подготовке книги были использованы некоторые исследовательские результаты и значительный объем материалов, собранный одним из авторов, Е. Н. Князевой, во время ее научной стажировки в Центре си-

нергетики при Институте теоретической физики I в Университете Штутгарта (Германия) в 1997–1998 гг. при поддержке Фонда Александра фон Гумбольдта, которому автор выражает свою благодарность.

Кроме того, авторы хотели бы выразить свою признательность Российскому фонду фундаментальных исследований за финансовую поддержку своей исследовательской работы по направлению «Синергетика» (проекты 99-01-01091, 00-06-80011, 01-06-80204) и издания этой книги (проект 01-06-87076).

Существенную роль сыграла поддержка ряда работ авторов со стороны РФНФ (проекты 99-03-19696, 01-03-00367, 02-03-18333).

Огромную роль в подъеме синергетического движения в России сыграли и продолжают играть систематически организуемые научно-педагогические конференции «Математика. Компьютер. Образование», «Нелинейный мир», «Женщины-математики». Во главе ассоциации «Женщины в науке и образовании», осуществляющей эту деятельность, стоят доктор физ.-мат. наук, профессор МГУ Галина Юрьевна Ризниченко и писатель Зоя Евгеньевна Журавлева. Авторы приносят им глубокую благодарность за возможность систематически обсуждать с ними и широкой общественностью поднимаемые в книге проблемы.

Искренне советуем нашим читателям познакомиться с деятельностью этой ассоциации, прочитав великолепно изданный сборник «Языки науки — языки искусства» (М.: Прогресс-Традиция, 2000).

Москва, апрель 2001

ВВЕДЕНИЕ

Новые идеи, как правило, вначале отвергаются научным сообществом. Но со временем, если они выдерживают проверку на истинность, становятся общепринятыми или даже входят в моду.

Именно к такому этапу подходит ныне синергетика. Многие научные публикации, не только естественно-научные, но и гуманитарные, культурологические по своим ориентациям, вольно или невольно подхватывают сегодня новую, синергетическую терминологию. Такие понятия, как нелинейность и открытость, самоорганизация и самоуправление, альтернативность путей эволюции и их выбор в точках бифуркации, порядок через флуктуации и другие, все чаще встраиваются в структуру научных текстов.

Ситуация ожиданий и забот сегодняшнего времени затрагивает каждого из нас. Как вывести страну из тисков социального кризиса и поставить ее на путь цивилизованного самоподдерживающегося процесса развития? Каковы условия быстрого, нелинейного экономического роста? И в более общем плане, — как избежать нависших над человечеством катастроф, угрожающих самому его физическому выживанию? Как найти спасительную и, возможно, таящуюся где-то нить Ариадны? У человеческого рода, судя по всему, уже нет времени и шансов методом проб и ошибок нащупывать оптимальную организацию элементов мира.

Синергетика в ее нынешнем виде, конечно, еще далеко не во всех случаях способна стать основой для конкретных и действенных моделей выхода из кризисных ситуаций, в особенности экономических и экологических. Но с позиций синергетики открываются возможности поиска универсальных принципов самоорганизации и эволюции сложных систем вообще, неких аналогов законов сохранения и эволюции в старой — равновесной — термодинамике. А такого рода знание исключительно важно для моделирования катастрофических ситуаций и эволюционных процессов в экологии, экономике, политике, культуре.

Синергетика ломает многие из прежних общераспространенных исследовательских и практических установок.

Во-первых, становится очевидным, что сложноорганизованным социоприродным системам нельзя навязывать пути их развития. Скорее, необходимо понять, как способствовать их собственным тенденциям развития, как выводить системы на эти пути. Важно понять законы совместной жизни природы и человечества, их коэволюции.

БИБЛИОТЕКА

Психологического педагогического факультета

университета

585474

Во-вторых, синергетика свидетельствует о том, что для сложных систем, как правило, существует несколько альтернативных путей развития. Не единственность эволюционного пути, отсутствие жесткой предопределенности сужает основу для позиции пессимизма эсхатологического толка. Укрепляется надежда на возможность выбора путей дальнейшего развития, причем таких, которые устраивали бы человека и вместе с тем не являлись бы разрушительными для природы.

Хотя яркие образы синергетики — образы самоорганизации и самодостраивания структур, бифуркационных, катастрофических изменений и т. п. — используются сейчас многими, но пока в большинстве случаев нет ясного понимания смысловой насыщенности представлений о самоорганизации. Нет осознания всей суровости механизмов самоорганизации и самодостраивания как удаления лишнего, повсеместной беспощадной конкуренции и выживания сильнейших, в результате чего и совершается выход на относительно устойчивые и простые структуры-аттракторы эволюции.

В книге показывается, однако, что механизмы слепого жесткого отбора, механизмы чисто рыночного типа не являются единственно возможными в эволюции сложных систем. Существует путь многократного сокращения временных затрат и материальных усилий, путь резонансного возбуждения желаемых и — что не менее важно — реализуемых на данной среде структур. Возможен также путь направленного морфогенеза — спонтанного нарастания сложности в открытых нелинейных средах. Последний представляет собой некий аналог биологических процессов морфогенеза и «штамповки» типа редупликации ДНК.

Синергетика интересна не только своим очевидным созвучием духовным исканиям настоящего времени. Она важна фундаментальностью теоретического и методологического содержания. Фактически, на протяжении последних десятилетий складывается широкое научное направление со своим языком и аппаратом, с собственной системой парадоксальных понятий, имеющее к тому же глубокие философские основания и следствия. Мы раскроем, насколько позволяют рамки данной книги, основные принципы нового мировидения, если хотите, — новой идеологии, которую имплицитно синергетика. Такой идеологии, выведенной из знания законов эволюции, самоорганизации и самоуправления сложных систем, явно не хватает человечеству. Она отвечает потребностям общечеловеческого характера, а не просто естественно возникшим в России чаяниям найти замену утраченным известным идеологическим установкам.

Эвристический потенциал синергетики сегодня, пожалуй, еще не до конца оценен. Синергетические представления, будучи пропущенными через систему личностных смыслов и экспертных знаний ученого, могут эвристически сработать при исследовании научных проблем исключительно широкого спектра — от проблем техники и экологии до самых животрепещущих политических проблем, от изучения работы человеческого мозга и сознания до логической реконструкции и прогнозирования развития науки и культуры в целом.

В какой мере и каким образом синергетика приложима ко всем этим конкретным областям знания? Это, разумеется, в конечном счете сфера компетенции ученых-специалистов в соответствующих областях. Синергетическое мировидение есть, по сути, способ постановки новых, нетрадиционных вопросов о мире, стимулирующих перспективные направления исследований в специальных областях. Синергетика может подсказать, как сделать в исследовании следующий шаг и чего в принципе в общих чертах можно ожидать. А всякий исследователь на своем собственном опыте знает, что правильная постановка проблемы и выбор направления поиска, как правило, даже более ценны, чем само разрешение проблемы. Это особенно очевидно ныне, в условиях меняющегося интеллектуального климата, соответствующего выработке нового, диалогического отношения к природе, к микро- и макросоциуму.

Глава 1

СИНЕРГЕТИКА В ИСТОРИЧЕСКОЙ РЕТРОСПЕКТИВЕ. ПРЕДТЕЧИ СИНЕРГЕТИКИ В МИРЕ НАУКИ

Разве допустимо, чтобы одни и те же законы были применены к сочетаниям астрономических миров и биологических клеток, живых людей и эфирных волн, научных идей и атомов энергии? ...Математика дает решительный и неопровержимый ответ: да.

А. А. Богданов

В последние десятилетия «система» стала ключевым понятием в научном исследовании... Под флагом системных исследований (и его многочисленных синонимов) происходит конвергенция многих более специализированных научных изысканий.

Л. фон Бергаланфи

Каждому историческому периоду в развитии науки свойственны свои специфические идеалы научного знания и методологические подходы к осмыслению действительности. Какое место занимает синергетика (теория самоорганизации) в исторической смене стилей научного мышления, методологических оснований видения мира?

В науке Нового времени — классической науке — господствовал жестко детерминистический стиль мышления. Идеалами научного знания служили простота, линейность, полное исключение неопределенности (случайности). Существовало стремление установить всюду однозначные динамические законы, которым подчинялись бы явления действительно-

сти. Эта жестко детерминистическая картина мира — так называемый *лапласовский детерминизм* — осознается с современной точки зрения как чрезмерно упрощенная теоретическая схема, в которой из рассмотрения исключается ряд важных параметров, и в первую очередь время и случайность.

Каковы привычные для классической науки образцы (паттерны) мышления? На этом вопросе стоит остановиться подробнее, тем более, что многие стереотипы классически ориентированного разума — стереотипы линейного мышления — не изжиты до сих пор.

Вплоть до настоящего времени многих пугает хаос. Еще в мифологии он уподобляется зияющей бездне. Хаос представляется сугубо деструктивным началом мира. Кажется, что он ведет в никуда. Случайность тщательно изгоняется из научных теорий. Она считается второстепенным, побочным, не имеющим принципиального значения фактором. Случайности никак не сказываются, забываются, стираются, не оставляют следа в общем течении событий природы, науки, культуры. А мир, в котором мы живем, рассматривается как не зависящий ни от микрофлуктуаций на нижележащих уровнях бытия, ни от малых влияний космоса.

Неравновесность и неустойчивость воспринимаются с позиции классического разума как досадные неприятности, которые должны быть преодолены. Это — нечто негативное, разрушительное, сбивающее с пути, с правильной траектории.

Процессы в мире представляются как обратимые во времени, предсказуемые и ретросказуемые на неограниченно большие промежутки времени.

Развитие понимается как линейное, поступательное, без альтернатив. Пройденное представляет лишь исторический интерес. Если и есть возвраты к старому, то они являют собой диалектическое снятие предыдущего уровня, имеют новую основу. Если и есть альтернативы, то они всего лишь случайные отклонения от магистрального течения, подчинены этому течению, определяемому объективными законами универсума. Все альтернативы в конечном счете сводятся, вливаются, поглощаются главным течением событий.

Мир жестко связан причинно-следственными связями. Причем причинные цепи имеют линейный характер, а следствие если не тождественно причине, то, по крайней мере, пропорционально ей. По причинным цепям ход развития может быть просчитан неограниченно в прошлое и будущее. Развитие ретросказуемо и предсказуемо. Настоящее определяется прошлым, а будущее — настоящим и прошлым.

Классический, господствующий по сей день подход к управлению сложноорганизованными системами основывается на линейном представлении об их функционировании. Согласно этому представлению, результат внешнего управляющего воздействия есть однозначное и линейное, предсказуемое следствие приложенных усилий, что соответствует схеме: управляющее воздействие — желаемый результат. Чем больше вклады-

ваешь энергии, тем больше как будто бы и отдача. Такие установки идут вразрез с экологическими требованиями универсума и человека, с экологией человеческой души. Многие усилия оказываются тщетными, «уходят в песок» или даже приносят вред, если они противостоят собственным тенденциям саморазвития сложноорганизованных систем. Вместе с бурным развитием статистических теорий в XIX веке (теории азартных игр, теории ошибок измерений, статистической физики, статистических методов исследования социальных явлений, к примеру, демографических исследований, статистики преступлений и т. д.) происходил переход к вероятностному стилю научного мышления. Возникновение квантовой механики в первой трети XX века завершило коренной поворот к новой картине мира, в которой вероятность, а следовательно, и категория случайности, заняли прочное место.

Переход к неклассической науке, таким образом, сопровождался развенчанием наивного убеждения классической науки, что случайность есть лишь незнание (неполнота нашего знания) исследуемых явлений. А поскольку было осознано, что случайность и неопределенность коренятся в самой природе вещей, постольку и статистические закономерности перестали рассматриваться как «строительные леса», т. е. как нечто временное и преходящее, которое с развитием познания и практики с необходимостью должно смениться установлением динамических закономерностей. Более того, когда статистические теории получили окончательное признание, появилась иная крайность — тенденция рассматривать статистические закономерности как более фундаментальные, дающие более глубокое знание, чем динамические.

Интенсивное развитие системных исследований и кибернетики, происходившее в последние десятилетия, ведет к очередному изменению в стиле научного мышления. Новый, системный стиль мышления не отрицает вероятностное видение мира, но дополняет его такими важнейшими элементами, как сложность, системность, целенаправленность. Ю. В. Сачков, к примеру, показывает, что современная наука непосредственно «соприкасается с системно-структурным подходом, с идеями системного анализа, в ходе развития которого разрабатываются многие обобщающие идеи, имеющие значение для современной теории познания: идеи уровней, иерархии субординации во внутреннем строении и дестерминации материальных систем, автономности, относительной независимости, неопределенности и случайности в поведении и функционировании систем»¹.

Синергетику можно рассматривать как современный этап развития идей кибернетики и системных исследований, в том числе построения общих теорий систем формализованного типа. Безусловно, существует логико-понятийная и методологическая преемственность между этими

¹ Сачков Ю. В. Взаимодействие теории познания и физики: некоторые итоги и перспективы // Теория познания и современная физика. М., 1984. С. 22.

областями знания, однако в то же время вряд ли есть основания сомневаться в том, что синергетика несет в себе нечто существенно новое.

Рассматривая кибернетику в том виде, как ее развивали Н. Винер, А. Тьюринг, Дж. фон Нейман, в качестве предтечи синергетики, Ю. А. Данилов и Б. Б. Кадомцев раскрывают и существенные различия между этими двумя научными направлениями. Основное различие они усматривают в том, что кибернетический подход абстрагируется от «конкретных материальных форм», тогда как синергетика занимается исследованием «физических основ формирования структур»². Речь идет о том, что кибернетика в большей мере имеет абстрактно-математический и формализованный характер, чем синергетика.

Основными, стержневыми для кибернетики и общих теорий систем являются понятия «информации» и «информационного подхода», а в центре внимания синергетики — представления об организации и самоорганизации и их механизмах.

Недостаточным для синергетики является и подход с точки зрения соотношения энтропии-негэнтропии. Как известно, классическая наука рассматривает процессы в замкнутых системах. В такого рода системах процессы идут, согласно второму началу термодинамики, к максимально неорганизованному, хаотическому состоянию — к состоянию с наибольшей энтропией. Но замкнутые системы — идеализация действительности. Наш мир — это мир открытых нелинейных систем. Как аналог второму началу термодинамики для неравновесных самоорганизующихся систем И. Пригожин вводит принцип минимизации производства энтропии. (Согласно И. Пригожину, система в процессе самоорганизации переходит в стационарное неравновесное состояние, в состояние с «наименьшей диссипацией».)³.

Этот принцип, однако, имеет весьма ограниченное значение, что признает сам Пригожин. Он нарушается для нестационарных быстроразвивающихся структур. Они развиваются за счет интенсивного «выжигания» среды, т. е. как раз за счет производства энтропии, роста хаоса на микроуровне, проявляющегося в виде макроскопических диссипативных процессов.

По-видимому, применять энтропийный-негэнтропийный язык для анализа мира нестационарных нелинейных процессов означает практически то же самое, что идти в микромир с песочными часами и рулеткой, т. е. подходить к исследованию квантово-механических явлений с сугубо макроскопическими средствами. Или, фигурально выражаясь, экстраполировать энтропийный подход на мир открытых нелинейных систем — всё рав-

² Данилов Ю. А., Кадомцев Б. Б. Что такое синергетика? // *Нелинейные волны. Самоорганизация*. М., 1983. С. 10.

³ Пригожин И. От существующего к возникающему: *Время и сложность в физических науках*. М., 1985. С. 103.

но, что в поповской рясе и с кадилом идти в компьютерный зал. Для нелинейного мира справедливы иные принципы направленности течения процессов, принципы формирования, объединения и развития структур, принципы экономии и ускорения эволюции. И эти принципы не могут быть получены за счет расширения (с оговорками) классических принципов, за счет подгонки классического языка.

Отметим еще одно различие. Было бы известным огрублением действительного положения вещей считать, что понятие «развитие» совершенно чуждо системному анализу и кибернетике. Это справедливо подчеркивает Ю. А. Урманцев: «В литературе бытует мнение, что системный подход больше направлен на “статику”, чем на “динамику”, на “ставшее”, но не на “становящееся”... Между тем, с нашей точки зрения, — разъясняет он свою позицию, — общая теория систем (ОТС) с самого начала должна строиться в соответствии с требованиями диалектики, т. е. как теория возникновения, существования, преобразования и развития систем природы, общества и мышления»⁴. Поэтому свой вариант формализованной ОТС Урманцев называет теорией системогенеза. Вместе с тем именно синергетика заострила особое внимание на понимании развития и значительно продвинула вперед наши представления о саморазвитии и самоорганизации открытых неравновесных систем, о выборе направлений дальнейшей эволюции в так называемых точках бифуркации (точках ветвления решений), о существенной, конструктивной роли случайности в этих процессах.

Кибернетика и различные варианты общей теории систем изучают в основном процессы гомеостаза, т. е. процессы поддержания равновесия в технических, биологических и социальных системах посредством механизмов обратной связи. Кибернетика пытается свести сложные, нелинейные процессы эволюции систем к линейным (по крайней мере, на отдельных этапах, там, где это возможно). Она рассматривает только те случаи, когда, по выражению Н. Винера, «нелинейная система может исследоваться так, как если бы это была линейная система с медленно изменяющимися параметрами»⁵. В синергетике же исследуются существенно неравновесные системы, т. е. системы, находящиеся вдали от состояний равновесия, существенно нелинейные процессы эволюции систем, такие процессы, когда при определенных условиях внутренние или внешние флуктуации могут привести систему к направленным изменениям, к возникновению различных новых относительно устойчивых структур, а не просто к прежнему состоянию равновесия. Если флуктуация недостаточно велика, то система вернется к прежней равновесной структуре, «скажется» на тот же самый аттрактор, как говорят математики. Стало быть,

⁴ Урманцев Ю. А. Общая теория систем и проблемы биологической эволюции // Диалектика познания сложных систем. М., 1988. С. 155.

⁵ Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. 2-е изд. М., 1983. С. 180.

процессы гомеостатического характера охватываются синергетикой как один из частных случаев в сфере ее исследования.

Синергетика делает еще один новый качественный шаг по сравнению с кибернетикой. Структуры-аттракторы, к которым идут процессы в открытых нелинейных средах, представляют собой, по сути, цели эволюции. А раз есть цели, то естественно встает вопрос и о ценности информации. Ибо ценность связана со значением информации для достижения определенной цели. Без цели нет ценности: вопрос о ценности информации возникает лишь тогда, когда сформулировано представление о цели. К тому же, раз цели стали истолковываться как нечто объективное, как структуры-аттракторы эволюции, то возникает объективность и ценности информации⁶.

Итак, тогда как в кибернетике оценивается количество информации, способы ее передачи, возможные потери и т. п., то в синергетике появляется качественная оценка информации — ее ценность. Это — естественное продолжение развития кибернетики, углубление ее феноменологического, дескриптивного подхода.

В качестве предтечи синергетики можно рассматривать тектологию А. А. Богданова. Задача тектологии или всеобщей организационной науки, по мысли Богданова, состояла в том, чтобы выявить некие единые способы организации, наблюдаемые как в природе, так и в человеческой деятельности. При более пристальном внимании тектология формулирует по-своему, на своеобразном языке, в особом создаваемом ею самой концептуальном мире немало принципов организации и управления, развиваемых далее в общей теории систем и синергетике.

Организация и дезорганизация, по А. А. Богданову, связаны и взаимопроникают друг в друга. «Полной, идеальной организованности в природе не бывает: к ней всегда примешана, в той или иной мере, дезорганизация»⁷. Описываемые Богдановым механизмы конъюгации (скрещивания) и системного расхождения — это, по сути, иное выражение механизмов конвергенции и дивергенции (свертывания и роста разнообразия) в эволюции.

Довольно ясно выражена Богдановым и закономерность, что в основе устойчивости возникающих структур лежит разнообразие объединяемых элементов. То есть в «Тектологии» можно встретить первые наметки эволюционного принципа «единство через разнообразие» или пригожинского принципа «порядок через флуктуации». «Развитие идет путем расхождения, поскольку части целого обладают отдельностью. Получается, таким образом, возрастание различий, ведущее ко все более устойчивым структурам»⁸. Причем необходим оптимум расхождений для построения

⁶ Чернавский Д. С. Синергетика и информация. М., 1990.

⁷ Богданов А. А. Всеобщая организационная наука: Тектология. Л., 1925. Гл. 1. С. 91.

⁸ Богданов А. А. Указ. соч. Т. 2. С. 17.

гармоничного целого. Слишком большое расхождение приводит к внутренним противоречиям конъюгированного целого, к сильной растрате активности. А оптимальное расхождение исходных конъюгирующих элементов приводит к гибкому и динамичному развитию целого.

Синергетика разрушает многие наши привычные представления. Она подвергает радикальной критике стереотипы мышления классической науки — стереотипы линейного мышления. Синергетика учит нас видеть мир по-другому, поражает необычными идеями и представлениями, поворачивает магический кристалл знания иной гранью.

Еще М. Хайдеггер писал: «Когда рушится все, наступает час философии». Картина мира, которая строилась на протяжении столетий классической науки и науки неклассической (квантовой и релятивистской физики) — дозволующая парадигма, сейчас существенно меняется. И неудивительно, что вновь всплывают и оказываются в фокусе философские, общекультурные и даже мифологические смыслы, казалось бы, чисто внутринаучных проблем.

Синергетический стиль мышления — это стиль мышления постнеклассической науки. Он представляет собой современный этап развития системного и кибернетического мышления, многие элементы которого подвергаются существенной перделке.

Для того чтобы сформулировать основные образцы синергетического (нелинейного) мышления, нам предстоит еще проделать немалый путь. Надо погрузить синергетику в среду наследия человеческой культуры, высветить синергетический кристалл знания под разнонаправленным светом культурных и мировоззренческих традиции Востока и Запада, чтобы сделать понятными и доступными основные ее представления и модели. Надо изложить содержание и суть этих новых идей и представлений.

Несмотря на всю свою новизну, синергетика как способ видения мира и стиль мышления выросла на почве предыдущих исторических стилей научного мышления — детерминистического и вероятностного — и несет в себе элементы того и другого. Синергетический стиль мышления представляет собой некоторого рода синтез позитивных элементов детерминистической и вероятностной картин мира. Действительно, динамичность (или однозначная детерминированность) и статистичность (или, в синергетике, стохастичность, случайность) — это характеристики двух различных уровней развития и самоорганизации системных объектов: уровня системы как целостности и уровня ее элементного строения. Динамичность — фундаментальное качество развития системы как целого, ибо оно связано с однонаправленностью, однозначной детерминированностью развития открытых неравновесных систем между точками бифуркации, точками выбора путей эволюции. А статистичность (стохастичность, случайность) — такое же фундаментальное качество системы, но относящееся к уровню ее элементного строения. В точках бифуркации или в состоянии неустойчивости вблизи обострения флуктуации приобретают макроскопическую величину. Хаотические процессы на микро-

уровне, на уровне элементов как бы «пробиваются» на макроуровень, на уровень системы, приобретают значимость для системы в целом. Флуктуации вносят существенный элемент неопределенности, детерминируют выбор одного определенного направления эволюции из целого спектра возможных направлений.

Далее будет показано, что фундаментальная в синергетике идея нелинейности (множественности качественно различных путей эволюции) удерживает и преобразует в себе некоторые установки вероятностного видения мира (множественность элементов систем и их случайностное поведение). В новой форме возрождается и детерминизм. А именно — в форме представления о поле возможных путей развития открытой нелинейной системы (среды), предзаданном внутренними свойствами этой системы (среды).

Ключевая движущая идея Людвига фон Берталанфи, основателя общей теории систем, состояла в том, чтобы сделать достижения различных научных дисциплин, использующих разные научные жаргоны, доступными и сравнимыми, то есть стимулирующими кросс-фертилизацию, взаимное оплодотворение различных дисциплин. Современная наука в лице синергетики идет именно этим путем.

Глава 2

СИНЕРГЕТИКА КАК НОВАЯ ПАРАДИГМА. ДИАЛОГ С И. ПРИГОЖИНЫМ

Наше видение природы претерпевает радикальные изменения в сторону множественности, темпоральности и сложности.

И. Пригожин, И. Стенгерс

Если искать предельно краткую характеристику синергетики как новой научной парадигмы, то такая характеристика включила бы всего три ключевые идеи: *самоорганизация, открытые системы, нелинейность*. Обрисуем концептуальное поле вокруг этих идей, поясняя при этом даже не столько их строгий естественнонаучный смысл, сколько ту мировоззренческую и культурологическую оболочку, которой они начинают обрастать.

Синергетика изучает механизмы самоорганизации определенного класса систем (открытых и нелинейных) самой различной природы, начиная с физики и кончая социологией и загадками человеческого Я, системой его сознания и подсознания. Отдавая должное известным зарубежным и отечественным исследователям феноменов самоорганизации — И. Пригожину, Г. Хакену, М. Эйгену, академикам В. И. Арнольду, А. В. Гапонову-Грехову, Н. Н. Моисееву и Я. Г. Синаю, членам-корреспондентам РАН М. В. Волькенштейну, Г. Р. Иваницкому и М. И. Рабиновичу, докторам Ю. А. Данилову, Б. С. Кернеру, Ю. Л. Климонтовичу, В. И. Кринскому, А. Ю. Лоскутову, А. С. Михайлову, В. В. Осипову, С. В. Петухову, Г. Ю. Резниченко, Ю. М. Романовскому, Д. С. Чернавскому и многим другим, в данной работе нам прежде всего хотелось бы представить научной и философской общественности ряд синергетических идей и их мировоззренческих следствий, развиваемых в Институте прикладной математики им. М. В. Келдыша (ИПМ) РАН, в Институте математического моделирования РАН и на факультете ВМК МГУ в научной школе под руководством академика А. А. Самарского и одного из авторов данной книги.

Изложение материала опирается на результаты вычислительного эксперимента и ряд строгих математических выводов, которые получены для относительно простых открытых нелинейных сред. Бурное развитие нелинейной математики, основанное прежде всего на обобщении результатов расчетов на ЭВМ математических моделей в разных областях науки, стало источником новых парадоксальных идей, новых философских представлений.

2.1. ПЛАМЕНЬ СОЗИДАЮЩИЙ

Даже относительно простые модельные нелинейные уравнения с нелинейными источниками и стоками (которые отражают особенности открытых систем) описывают очень сложное поведение: содержат большое количество типов структур, к которым при разных начальных воздействиях идут процессы. Благодаря общности математического описания многих процессов различной природы мы возвращаемся к метафорическому подходу древних мыслителей. Так, огонь был тысячелетия назад одной из основных сил природы, наряду с водой, воздухом и землей, которую раньше всего наилучшим образом научился широко использовать человек. Образ огня или горения выступал в качестве объяснения законов развития мира.

Математические закономерности процессов горения и теплопроводности (диффузии) на современном этапе представляют одну из наиболее распространенных моделей, претендующую на выяснение многих парадоксальных процессов синергетики. Последние связаны с возникновением на активной (горючей) среде локализованных (несмотря на наличие теплопроводности) очагов горения (химических реакций) — диссипативных структур. Имеется в виду исследование образования и эволюции структур горения и тепла в открытых и нелинейных средах. Результаты на уровне математических теорем получены на ограниченном классе уравнений — на уравнениях параболического типа, т. е. уравнениях типа теплопроводности, квазилинейных, с источником, хотя некоторые выводы уже распространены на другие классы нелинейных уравнений в частных производных.

Следует подчеркнуть, что здесь рассматриваются *диссипативные структуры* существенно нестационарные, пульсирующие, усложняющиеся и деградирующие и т. д. За пределами нашего внимания в этой книге остаются другие, не менее важные и не менее интенсивно разрабатываемые поля исследований, а именно — *стационарные структуры* (также являющиеся аттракторами процессов самоорганизации), *бегущие волны*, в первую очередь, *солитоны*. Кроме того, сама нестационарность может быть по-разному понята. Нестационарность — характеристика не только структур, но и состояний сред, в которых не успевает устанавливаться равновесие и которые описываются кинетическими уравнениями. Кине-

тические нелинейные методы также остаются вне нашего рассмотрения. То есть мы говорим о синергетике, изучая область нелинейных уравнений определенного класса.

Как правило, вызывает недоверие или даже шок то обстоятельство, что простые математические модели, причем модели определенного, ограниченного типа, могут содержать фундаментальные результаты, что заложенные в эти модели идеи могут выходить далеко за пределы их конкретного содержания. Разъясняя большую общность и фундаментальность этих результатов, стоит особо подчеркнуть прежде всего глубинную метафоричность образа горения. Это — типичный образ быстроразвивающегося процесса вообще. Горение (или огонь) можно рассматривать, пожалуй, в качестве одного из архетипических символов — символа самовозобновляющегося и саморегулирующегося начала в универсуме.

Архетипический образ горения разворачивает перед нами американский филолог Ф. Уилрайт. Он обращает внимание на то «свойство огня, которое всегда будоражило людское воображение и не поддавалось рациональному объяснению: **его кажущаяся способность к самопроизвольному зарождению и быстрому самовоспроизведению**. С древнейших времен люди замечали с благоговейным ужасом, что **огонь может возникать в результате внезапного воспламенения** и что **его размер и интенсивность могут увеличиваться с драматической быстротой** (выделено нами. — Авт.)»¹.

В Ригведе, самой древней из всех Вед, многочисленные гимны посвящены Агни — богу огня. Агни — это огонь на небе (молния, солнце), священный с бесчисленными огнями на Земле. Агни-Вайшванара, т. е. «принадлежащий всем людям», — это огонь во всех своих проявлениях. Это — свет небес, разгоняющий мрак; свет жертвенного костра, уносящего жертву к богам; свет среди людей; свет вдохновения внутри нас². Рождения и превращения Агни самообусловлены. Агни, «(своими) силами заполнивший мир»³, — это, по сути, не вполне явное, но уже присутствующее выражение субстанционального начала как *causa sui*.

В 14-томной «Агни-йоге», созданной Е. И. Рерих и Н. К. Рерихом и оставленной ими безымянно принадлежать культуре, образ огня, пожалуй, центральный. «Стихия Огня, самая вездесущая, самая творящая, самая жизненосная, менее всего замечается и оценивается, — читаем мы в первых строках «Мира Огненного». — ...От обычных световых образований, доступных открытому глазу, до сложных огней сердца — все вводит нас в область Огненного мира»⁴. Причем огонь предстает на страницах «Агни-йоги» в своей двуликой, внутренне противоречивой сущности. Он одновременно неопалаяющий и жгучий, спокойный и бушующий, творящий и разрушающий, концентрирующий и растекающийся.

¹ Уилрайт Ф. Метафора и реальность // Теория метафоры. М., 1990. С. 102.

² Ригведа: Избранные гимны. М., 1972. С. 278–279.

³ Там же. С. 109.

⁴ Агни-йога: Мир огненный. Новосибирск, 1991. Т. 1. С. 7.

Образ огня в различных ипостасях используется в буддизме. Как отмечает О. О. Розенберг, «буддисты сравнивают бытие с лампадой и с океаном. Горящая лампада с мигающим волнующимся пламенем, т. е. бытие, погаснет наконец, прекратится процесс горения, лампада же остается. Океан бушует, охваченный бурей, но буря наконец стихает, и волны замирают, океан в покое, однако это не значит, что океана нет»⁵. Здесь подчеркивается цикличность рождения многочисленных бытийных проявлений огня из Небытия, из первородной хаотической, потенциально свертывающей в себе всё и спокойной прасреды, и возвращение в нее вновь.

Стоит сослаться здесь также на известный образ огня в картине космоса Гераклита, огня как меры самовозобновления и самоугасания процессов в нем. «Этот космос, один и тот же для всего существующего, не создал никакой бог и никакой человек, но всегда он был, есть и будет вечно живым огнем, мерами загорающимся и мерами потухающим»⁶.

Любопытны, наконец, картины огня, рисуемые писателями-фантастами. Огонь предстает также как двуликий Янус, причем в своих крайних, мыслимых и немыслимых, реальных и сюрреальных проявлениях. У Рэя Брэдбери в романе «451° по Фаренгейту» огонь — это огонь сжигающий, сметающий все на своем пути, стремящийся уничтожить и время, и людей, и все созданное ими в мире, и в то же время это огонь согревающий, сохраняющий, неугасающий и сберегающий на своих языках пламени инварианты культуры.

Все эти образы огня в культуре созвучны с развиваемыми в данной книге синергетическими представлениями о формировании и эволюции структур горения в открытых и нелинейных средах. И, по большому счету, через эти представления просматриваются универсальные принципы эволюции нестационарных структур вообще.

2.2. СВЕРТЫВАНИЕ СЛОЖНОГО: ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О СТРУКТУРАХ-АТТРАКТОРАХ ЭВОЛЮЦИИ

Через язык математического описания проступает фундаментальная общность процессов рождения, усложнения, видоизменения и тенденций к распаду структур в самых различных областях действительности. Структура — это локализованный в определенных участках среды процесс. Иначе говоря, это — процесс, имеющий определенную геометрическую форму, способный к тому же перестраиваться и перемещаться в этой среде. В исследуемых относительно простых моделях возникает идея фундаментальной общности: сплошная среда содержит в потенциальной форме разные пути развития, разные виды локализации процессов (разные виды структур).

⁵ Розенберг О. О. Труды по буддизму. М., 1991. С. 29.

⁶ Материалисты Древней Греции. М., 1955. С. 44.

Существует понимание также и общих механизмов локализации (возникновения структур) и эволюции этих структур. Какую роль в этих процессах играет рассеивающий фактор самой различной природы (диффузия, дисперсия, гидродинамика и т. д.)? Если имеет место, скажем, диффузия, то это может быть диффузия нейтронов, диффузия (распространение) знаний или же болезней. И какую роль играет в них фактор, создающий неоднородности в сплошной среде, — работа источников разного рода? В качестве такового может выступать активная среда в атомном реакторе, создающая лавинообразный поток нейтронов. Это может быть источник знаний или же очаг болезней. Об этой фундаментальной борьбе двух противоположных начал, составляющей внутренний механизм формирования структур и эволюции — трансформации, достраивания, объединения, распада — сложных структур, мы будем неоднократно говорить в дальнейшем.

Эти основополагающие результаты, отработанные на простых математических моделях, составляют твердую основу развиваемого синергетического мировидения или, выражаясь в терминах И. Лакатоса, «жесткое ядро» предлагаемой «исследовательской программы». Идеи, излагаемые в книге, в ряде случаев шире установленных фактов и строго доказанных математических результатов. Так, обсуждение нами сложных феноменов психики и креативности человека, бурного экономического роста или всплесков в развитии культуры носят характер гипотетических достраиваний, рассуждений философского толка, выходящих далеко за пределы математически жестко доказанного. Делаются попытки построить предположительные модели развития процессов в сложных средах, т. е. рассуждения ведутся, как если бы (знаменитый кантовский принцип *als ob*) эти процессы могли идти не вообще в мире, а на некоторой открытой нелинейной среде. Фактически рассмотрение такого рода случаев представляет собой мысленное экспериментирование, т. е. выдвигаются предположения, какого развития процессов можно ожидать исходя из синергетического видения мира. Таким образом, «жесткое ядро» обрывает довольно расплывчатым, нежестким поясом гипотез. Эта подвижная и к тому же постоянно растущая оболочка гипотез вполне правомерна, если не забывать, что под ней остается нечто жестко обоснованное — выведенное в виде математических теорем.

Синергетика позволяет снять некие психологические барьеры, страх перед сложными системами. И эта надежда на описание сложного относительно простым образом небезосновательна. Начнем с того, что сложные социоприродные системы, как правило, также являются открытыми и нелинейными (несколько ниже мы поясним эти термины). Можно предположить, что сверхсложная, бесконечномерная, хаотизированная на уровне элементов среда (среда, которая ведет себя по-разному в каждом локусе) может описываться, как и всякая открытая нелинейная среда, небольшим числом фундаментальных идей и образов, а затем, возможно, и математических уравнений, определяющих общие тенденции развертывания процессов в ней.

Структуры-аттракторы эволюции, ее направленности или цели относительно просты по сравнению со сложным (запутанным, хаотическим, неустоявшимся) ходом промежуточных процессов в этой среде. Асимптотика колоссально упрощается. В дальнейшем изложении мы подробно объясним этот механизм свертывания сложного, механизм выхода на относительно простые, симметричные структуры-аттракторы. Сейчас же отметим, что на основании этого появляется возможность прогнозирования исходя:

- а) «из целей» процессов (структур-аттракторов эволюции);
- б) «от целого», исходя из общих тенденций развертывания процессов в системах как целостных образованиях, на динамическом уровне развития систем, и, тем самым,
- в) из идеала, желаемого человеком и согласованного с собственными тенденциями развития процессов в средах.

Общность математического описания процессов самой различной природы составляет ту платформу, на которой можно наблюдать моменты рождения новых философских представлений. Дело в том, что в настоящее время математические модели нелинейных открытых сред (систем) играют конструктивную роль не только в той области, для понимания которой они были созданы. Они становятся поставщиками новых неожиданных выводов общеметодологического и философского характера. Именно это обстоятельство и стимулировало написание данной работы.

В дальнейшем изложении представляется целесообразным подчеркивать качественное своеобразие нашей позиции и, прежде всего, сопоставить ее с широко известными взглядами И. Пригожина.

2.3. ОБРАЗ ОТКРЫТОЙ СРЕДЫ

Итак, класс систем, способных к самоорганизации, — это открытые и нелинейные системы. Открытость системы означает наличие в ней источников и/или стоков, обмена веществом и/или энергией с окружающей средой. Причем когда речь идет об источнике, обычно возникает образ некоего точечного или, во всяком случае, локализованного источника. Например, ключ дает начало ручью и далее, возможно, полноводной реке. Иначе обстоит дело в случае самоорганизующихся систем. Источники и стоки имеют место в каждой точке таких систем. Это, как говорят, — объемные источники и стоки. Процессы обмена происходят не только через границы самоорганизующейся системы, но и в каждой точке данной системы.

Чтобы уяснить себе суть происходящих в такого рода открытых системах (средах) процессов, представьте себе две прилегающие друг к другу и взаимопроникающие среды (или два качественно отличающихся слоя, уровня одной и той же среды). В одной среде разыгрываются основные, интересующие нас процессы, а другая среда прилегает к первой в каждой

точке и служит для нее некоторой питающей, поддерживающей основой. В каждой точке этой среды происходят процессы обмена: постоянно протекают какие-то необходимые вещества и отводятся продукты обмена. Такой системой является, к примеру, кора головного мозга, пронизанная кровеносными сосудами, питающими мозг. Только благодаря этой универсальной подложке становятся возможными сложные нейродинамические процессы в сети нейронов головного мозга. По сути дела, так же и всякий город имеет своего рода «кровеносную систему» — разветвленную инфраструктуру (транспорт, связь и т. д.), которая обеспечивает определенное состояние городской жизни в каждой его точке.

Открытость системы — необходимое, но не достаточное условие для ее самоорганизации. То есть всякая самоорганизующаяся система открыта. Но не всякая открытая система самоорганизуется, строит структуры. Все зависит от взаимной игры, борьбы двух противоположных начал: начала, создающего структуры, наращивающего неоднородности в сплошной среде (работы объемного источника), и, с другой стороны, рассеивающего, размывающего неоднородности начала самой различной природы. Рассеивающее начало в открытой системе может пересиливать, перебарывать работу источника, размывать все неоднородности, создаваемые им. В таком режиме структуры не могут возникнуть.

Эффект создания структур в открытой нелинейной среде связывают с *эффектом локализации*. Мы подробно объясним далее, почему сугубо внутренний и спонтанный эффект локализации порождается именно неравновесностью и открытостью системы, существованием потоков энергии через нее, встроенностью системы в окружающий мир. Причем роль источников и стоков энергии неравноценна. За счет стоков могут образовываться *стационарные структуры*. В большинстве моделей изучаются именно такие «застывающие» на стоках структуры. В данной работе внимание направлено на иного рода эффект локализации — на создание *нестационарных (эволюционирующих) структур* за счет нелинейных источников энергии.

2.4. МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКИЙ СМЫСЛ ПОНЯТИЯ «НЕЛИНЕЙНОСТЬ»

«Нелинейность» — фундаментальный концептуальный узел новой парадигмы. Можно даже, пожалуй, сказать, что новая парадигма есть парадигма нелинейности. Поэтому представляется важным развернуть в том числе и наиболее общий, мировоззренческий смысл этого понятия.

Нелинейность в математическом смысле означает определенный вид математических уравнений, содержащих искомые величины в степенях, больших 1, или коэффициенты, зависящие от свойств среды. Нелинейные уравнения могут иметь несколько (более одного) качественно различных решений. Отсюда вытекает физический смысл нелинейности. Множество

решений нелинейного уравнения соответствует множество путей эволюции системы, описываемой этими уравнениями (нелинейной системы).

Здесь имеется существенное отличие излагаемой позиции от позиции И. Пригожина. В книге И. Пригожина и И. Стенгерс разные пути эволюции связываются прежде всего с бифуркациями при изменении констант среды. То есть в дифференциальных уравнениях меняется некоторый управляющий параметр, и при некотором критическом значении этого параметра *термодинамическая ветвь*⁷ теряет устойчивость и возникают, как минимум, два возможных направления развития. Так, разъясняя классическую модель химической неустойчивости, названную «брюсселятором», И. Пригожин и И. Стенгерс пишут: «Увеличивая концентрацию λ [λ — один из так называемых управляющих параметров в этой модели. — Авт.], мы как бы уводим систему все дальше и дальше от равновесия. При некотором значении мы достигаем порога устойчивости термодинамической ветви. Обычно это критическое значение называют *точкой бифуркации*... В точке бифуркации... термодинамическая ветвь становится неустойчивой относительно флуктуаций. При критическом значении λ_c управляющего параметра λ система может находиться в трех различных стационарных состояниях: C, E и D. Два из них устойчивы, третье — неустойчиво»⁸.

Описываемое здесь И. Пригожиным ветвление путей эволюции хорошо известно среди математиков, хотя для широких кругов читателей процесс ветвления может представляться удивительным. Особенности нелинейного мира состоят в том, что в определенном диапазоне изменения констант среды и параметров нелинейных уравнений не происходит качественных изменений картины процесса. Несмотря на количественное варьирование констант, сохраняется притяжение одного и того же аттрактора, процесс «скатывается» на ту же самую структуру, на тот же самый режим движения системы. Но если мы перешагнули некоторое пороговое значение, превзошли критическое значение параметров, то режим движения системы качественно меняется. Система попадает в область притяжения другого аттрактора. Картина интегральных кривых на фазовой плоскости качественно перестраивается.

Превращение, которое может удивлять некоторых читателей, становится вполне объяснимым. Ведь изменение параметров нелинейных

⁷ Термодинамическая ветвь — это состояние теплового хаоса, к которому, согласно второму началу термодинамики, идут процессы в закрытых системах. Известно, однако, что закрытые системы — это идеализация действительного положения дел, что все реальные системы являются открытыми. Но это не означает, что второе начало термодинамики вообще не работает. Поскольку открытые системы имеют несколько путей эволюции, то путь, описываемый вторым началом, — термодинамическая ветвь, — как правило, остается как один из возможных путей.

⁸ Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М., 1986. С. 216–217.

уравнений сверх критических значений, по сути дела, создает возможность уйти в иную среду, в иной мир. А если качественно меняется среда, будь то среда физических взаимодействий, химических реакций или же среда обитания живых организмов, то совершенно естественно ожидать появления новых возможностей: новых структур, новых путей эволюции, бифуркаций.

Группа исследователей в ИПМ им. М. В. Келдыша совместно с учеными из МГУ уже в течение ряда лет развивает иное направление. Наряду с решением задач, в которых меняются параметры среды, рассматриваются в том числе и задачи другого рода, в которых варьируется только характер начального воздействия на одну и ту же среду. Изменение характера начального воздействия означает изменение отнюдь не его интенсивности, а пространственной конфигурации, топологии (скажем, симметрии или цветной симметрии) этого воздействия. И при этом в среде появляются разные структуры. Эта проблема интенсивно изучается также в моделях среды «конечных автоматов» или в игре «Жизнь» и т. п.

Парадоксально, что в одной и той же среде, без изменения ее параметров, могут возникать разные структуры как аттракторы, асимптотики, цели разных путей ее эволюции. Более того, изучая разные стадии развития процессов в открытой нелинейной среде, можно ожидать качественное изменение картины процессов, в том числе переструктурирование — усложнение и деградацию — организации среды. Причем это происходит опять-таки не при изменении констант среды, а как результат саморазвития процессов в ней.

В мировоззренческом плане идея нелинейности может быть эксплицирована посредством:

- идеи многовариантности, альтернативности, как часто сейчас говорят, путей эволюции (подчеркнем, что множество путей развертывания процессов характерно даже для одной и той же, неменяющейся, открытой и нелинейной среды);

- идеи выбора из данных альтернатив;
- идеи темпа эволюции (скорости развития процессов в среде);
- идеи необратимости эволюции.

Особенности феномена нелинейности состоят в следующем.

Во-первых, благодаря нелинейности имеет силу важнейший принцип «разрастания малого» или «усиления флуктуаций». При определенных условиях (далее будет показано, при каких именно) нелинейность может усиливать флуктуации — делать малое отличие большим, макроскопическим по последствиям.

Во-вторых, определенные классы нелинейных открытых систем демонстрируют другое важное свойство — пороговость чувствительности. Ниже порога все уменьшается, стирается, забывается, не оставляет никаких следов в природе, науке, культуре, а выше порога, наоборот, все многократно возрастает.

В-третьих, нелинейность порождает своего рода квантовый эффект — дискретность путей эволюции нелинейных систем (сред). То есть на дан-

ной нелинейной среде возможен отнюдь не любой путь эволюции, а лишь определенный спектр этих путей. Вышеотмеченная пороговость чувствительности определенных классов нелинейных систем, кстати, также является показателем квантовости.

В-четвертых, нелинейность означает возможность неожиданных, называемых в философии эмерджентными, изменений направления течения процессов. Нелинейность процессов делает принципиально ненадежными и недостаточными весьма распространенные до сих пор прогнозы-экстраполяции от наличного. Ибо развитие совершается через случайность выбора пути в момент бифуркации, а сама случайность (такова уж она по природе) обычно не повторяется вновь.

Как показывают исследования, картина процесса на первоначальной или промежуточной стадии может быть полностью противоположной его картине на развитой, асимптотической стадии. Скажем, то, что сначала растекалось и гасло, может со временем разгораться и локализоваться у центра. Причем такие бифуркации по времени могут определяться не изменением параметров, а ходом процессов самоструктуризации данной среды. Наконец, могут происходить изменения (вынужденные или спонтанные) самой открытой нелинейной среды. А если среда становится другой, то это приводит к качественному изменению картины процессов ее эволюции. На более глубинном уровне происходит переделка, переструктуризация поля возможных путей эволюции среды.

2.5. РЕЖИМЫ С ОБОСТРЕНИЕМ

За нелинейностью, кроме того, стоит представление о возможности — на определенных стадиях — сверхбыстрого развития процессов. В основе механизма такого развития лежит *нелинейная положительная обратная связь*. Об этом стоит сказать несколько подробнее, ибо идея нелинейной положительной обратной связи является для данной области обобщающей. Хорошо известно, например, к чему приводит отрицательная обратная связь. Она дает стабилизирующий эффект, заставляет систему вернуться к состоянию равновесия. А что дает положительная обратная связь? На первый взгляд кажется, что она приводит лишь к разрушению, к раскачке, к уходу системы от равновесия, к неустойчивости, а неустойчивость не представляет интереса.

На самом деле сейчас внимание научной школы И. Пригожина и многих других групп исследователей направлено как раз на изучение нестационального, развивающегося мира. А это есть своего рода неустойчивость. Без неустойчивости нет развития. Нелинейная положительная обратная связь — важнейший элемент в моделях автокаталитических процессов самой различной природы. А что представляет собой автокатализ? Имеется нелинейная положительная обратная связь в каждой точке среды, иначе говоря, объемная нелинейная положительная обратная связь. Ска-

жем, производство вещества в каждой локальной области среды пропорционально его концентрации в этой области (да еще в степени выше первой). Концентрация, возрастая нелинейно, ускоряет производство вещества.

Механизмы автокатализа в химических реакциях подробно исследованы И. Пригожиным и группой его сотрудников. Эти механизмы «связаны с особыми молекулярными структурами и особой реакционной способностью определенных компонентов, что и позволяет таким системам переходить в новые состояния путем усиления (или ослабления) влияния слабых возмущений». «Например, присутствие продукта может увеличивать скорость его собственного производства. По существу, это кажущееся экзотическим явление довольно обычно в любом процессе горения благодаря присутствию свободных радикалов — чрезвычайно активных молекул с неспаренным электроном, которые, реагируя с другими молекулами, приводят к дальнейшему увеличению количества свободных радикалов и тем самым к самоускоряющемуся процессу»⁹.

Автокаталитические процессы широко исследуются в том числе и в биологических, экономических, социологических системах. Один из классических и наглядных примеров из области экономики — это быстрый рост капитала, как говорят, «деньги к деньгам» или «капитал на капитал». Психологи даже раскрыли такую закономерность, что всякий раз мы склонны недооценивать сумму денежного капитала, длительное время растущего по сложным процентам. Если же свободные денежные средства пускаются в оборот, вкладываются в какое-либо дело, то это может приводить к многократному увеличению капитала. Причем состояние в различных точках открытой нелинейной среды различно (разное количество денег, разная концентрация вещества и т. п.), т. е. процессы в каждой точке среды идут по-разному. Но есть самовлияние в каждой точке среды. Само локальное изменение состояния среды влияет на действие нелинейного источника в данном месте (на рост капитала, на производство вещества и т. п.). Объемная нелинейная положительная обратная связь, таким образом, означает ускоренный, самоподстегивающийся рост по всему пространству среды. Такого рода обратная связь может служить источником быстрого процесса развития.

В связи с этим отметим еще одну особенность научной школы, работающей в ИПМ, — это изучение так называемых *режимов с обострением* (*blow up*). Это — режимы сверхбыстрого нарастания процессов в открытых нелинейных средах, при которых характерные величины (например, температура, энергия или же денежный капитал) неограниченно возрастают за конечное время. Вводится и характерный параметр — время обострения, — конечный (ограниченный) промежуток времени, в течение которого процесс сверхбыстро (асимптотически) развивается вплоть до

⁹ Николис Г., Пригожин И. Познание сложного: Введение. М., 1990. С. 29, 23–24.

достижения бесконечных значений. Механизм, лежащий в основе режимов с обострением, — это как раз широкий класс нелинейных положительных обратных связей.

Режимы с обострением — это некий тип модельных задач, которые широко используются при анализе сложных систем. Именно благодаря идеализации, благодаря модельному представлению нередко обнаруживаются важные, даже парадоксальные, свойства, которые не видны, затеняются многочисленными побочными факторами при исследовании реальных процессов.

Вспомним, например, закон инерции Галилея. Хотя этот закон в чистом виде нигде в природе не проявляется, но он настолько важен, что стал одним из краеугольных камней новой физики, сменившей аристотелевское учение о движении и средневековую теорию импетуса Ж. Буридана. Уже этот факт истории науки свидетельствует, что идеализированные образы вовсе не являются недостатком. Напротив, они дают возможность проникнуть в глубинную суть вещей.

Первый и наиболее парадоксальный результат решения модельных задач на обострение — то, что режимы с обострением могут приводить (при определенных условиях) к локализации, к образованию нестационарных, диссипативных структур. Структура, локализуемая на быстрых процессах, — это, действительно, удивительно. Локализация, оказывается, возможна на нелинейных источниках, без стоков, тогда как основное внимание было направлено до сих пор на образование стационарных структур на стоках. Рассматривая нелинейную положительную обратную связь, видим, что она уже содержит в себе внутренние механизмы переключения режимов — механизмы самоорганизации, образования структур.

В этой модельной задаче может шокировать конечность времени обострения и бесконечное возрастание величин. Но на самом деле свойства локализации могут проявиться за время, гораздо меньшее времени обострения. Лишь часть времени ($t < t_c$) происходит возрастание в режиме обострения, но его, оказывается, достаточно для локализации процессов, для образования структур. Только часть времени необходима для того, чтобы характерные величины возросли, скажем, на порядок, а не в миллионы раз, не до бесконечности. То есть за идеализированным образом обострения стоят вполне ощутимые и разумные реалии.

Далее. Любой реальный источник энергии должен со временем «выгореть» и отключаться. А мы в модельной задаче рассматриваем идеализированный случай, когда при «горении» источника может выделяться неограниченная энергия, т. е. он не отключается. И тем не менее структура существует конечное время (раз время обострения конечное)¹⁰.

¹⁰ Это происходит благодаря колоссальному ускорению процесса. Оказывается, что локализация процесса на участке диссипативной среды обусловлена режимом с обострением. Локализация процесса возможна за счет конечного времени существования структуры.

Стоит подчеркнуть, что режимы с обострением нельзя рассматривать всего лишь как диковину из области математики, имеющую ограниченное значение. За последнее десятилетие изучение режимов с обострением вышло далеко за пределы физики плазмы, а именно — исследований по лазерному термоядерному синтезу, — первоначальной области приложения этой модели. Фактически создана математическая теория режимов с обострением, открывающая своеобразный и парадоксальный мир сверхбыстрых процессов. Режимы с обострением исследуются сегодня более чем в 60 различных типах задач.

Методология решения «задач на обострение» позволяет с нетрадиционной точки зрения рассмотреть ряд классических задач механики, связанных с процессами сжатия, кумуляции, кавитации, коллапсов. Есть основания предположить, что возможны новые подходы к задачам коллапса, быстрого сжатия вещества, к химической кинетике, метеорологии (катастрофическим явлениям в атмосфере Земли), экологии (росту и вымиранию биологических популяций), нейрофизиологии (моделированию распространения сигналов по нейронным сетям), эпидемиологии (выпешкам инфекционных заболеваний) и т. д. Во всех этих задачах, по-видимому, работают механизмы положительной обратной связи, приводящие к режимам с обострением.

2.6. РАЗВИТИЕ ЧЕРЕЗ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ

Развиваемое здесь представление о *неустойчивости* также содержит новые стороны по сравнению с пониманием проблемы неустойчивости у И. Пригожина. В одной из своих статей «Философия нестабильности» он характеризует сущность происходящего ныне революционного переворота в науке следующим образом. С его точки зрения, имеет место переход от детерминизма к нестабильности, «нестабильность в некотором отношении заменяет детерминизм». И далее он развивает свою мысль: «В детерминистическом мире природа контролируема, она есть инертный объект, подверженный нашим волевым устремлениям. Если же природа содержит нестабильность, как существенный элемент, то мы должны уважать ее, ибо мы не можем предсказать, что может произойти... Сегодня наука не является ни материалистической, ни редукционистской, ни детерминистической»¹¹.

Пригожин подчеркивает — и, заметим, не без основания — эволюционность мира, необратимый и исторический характер процессов развития, а также возможность решающего влияния малых событий и действий на общее течение событий.

Он справедливо говорит также о том, что понятие нестабильности (или неустойчивости) освобождается теперь от негативного оттенка.

¹¹ Prigogine I. The Philosophy of Instability // Futures. August, 1989. P. 397.

Неустойчивость далеко не всегда есть зло, подлежащее устранению, или же некая досадная неприятность. Неустойчивость может выступать условием стабильного и динамического развития. Только системы, далекие от равновесия, системы в состояниях неустойчивости, способны спонтанно организовывать себя и развиваться. Только в состояниях, далеких от равновесия, возникает сложность. Устойчивость и равновесность — это, так сказать, тупики эволюции. Для устойчивых стационарных структур малое возмущение «сваливается» на то же самое решение, на ту же самую структуру. Стало быть, без неустойчивости нет развития. Или, иначе, неустойчивость означает развитие, развитие происходит через неустойчивость, через бифуркации, через случайность.

Но все же нельзя согласиться с Пригожиным в том, что подчеркивая и ставя в центр проблемного поля одно представление — нестабильность, — можно отбрасывать другое — стабильность, детерминизм. Науке всегда свойственна некая взвешенность, холодная рассудительность, сбалансированность на весах Фемиды обеих сторон противоречия. Почему, в каком смысле и в каких случаях неустойчивость конструктивна? А в каких, быть может, и нет? Если бы неустойчивость была главным свойством во всех системах мира, тогда в мире все было бы хаотично, все распадалось, не было бы возможности ни контролировать, ни предсказывать будущее. Очевидно, это не так.

Первый аргумент: не все в мире неустойчиво, а есть определенные классы (типы) *неустойчивых систем*. Неустойчивыми системами, т. е. такими, для которых существуют принципиальные границы предсказаний и контроля, можно считать, к примеру, системы со *странными аттракторами*. *Фазовый портрет* странного аттрактора — это не точка и не предельный цикл, как это имело место для устойчивых, равновесных систем, а некоторая область, по которой происходят случайные блуждания.

В последние 20–30 лет странные аттракторы, действительно, стали открывать повсюду. Причем примеры областей, в которых обнаружены странные аттракторы, постоянно расширяются. Это — тепловая конвекция (собственно, именно тот странный аттрактор Э. Лоренца, с которого в 1963 г. и начались данные исследования), некоторые типы волн в плазме, генерация излучения лазера в некотором диапазоне параметров¹², движение некоторых небесных тел (например, астероидов)¹³, переполусовка магнитных полюсов Земли¹⁴, погода и долговременные климатические изменения¹⁵, многие химические и биохимические реакции в открытых сис-

¹² *Graham R. Chaos in Lasers // Synergetics — From Microscopic to Macroscopic Order. Berlin, 1984. P. 47–57.*

¹³ *Арнольд В. И. Гюйгенс и Барроу, Ньютон и Гук — первые шаги математического анализа и теории катастроф, от эволюент до квазикристаллов. М., 1989. С. 63.*

¹⁴ *Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Синергетика — новые направления. М., 1989. С. 21.*

¹⁵ *Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. М., 1990. С. 147; Nicolis C., Nicolis G. Is There a Climatic Attractor? // Nature. 1984. Vol. 311. P. 529–532.*

темах¹⁶, колебания численности биологических популяций¹⁷, активность головного мозга в состоянии глубокого сна, определяемая по электроэнцефалограмме¹⁸, и т. д.

Более того, даже системы, описываемые странными аттракторами, т. е. хаотизированные, неустойчивые системы, нельзя считать абсолютно неустойчивыми. Ведь для таких систем возможно отнюдь не любое состояние, а лишь состояние, попадающее в ограниченную, детерминированную область фазового пространства. Неустойчивость означает случайные движения внутри вполне определенной области параметров системы. Стало быть, здесь имеет место не отсутствие детерминизма, а иная, более сложная, даже парадоксальная закономерность, иной тип детерминизма. И. Пригожин, однако, нигде не уточняет то важное обстоятельство, что область фазового пространства странного аттрактора может быть ограничена. Поэтому у читателей, незнакомых с данными исследованиями, может возникнуть впечатление о сплошной неустойчивости мира. А изучение странных аттракторов (в частности, построение их фазовых портретов) есть, по сути, открытие законов и границ неустойчивости.

Второе замечание к позиции И. Пригожина: существует лишь определенная стадия развития процессов, на которой нестационарные диссипативные структуры становятся неустойчивыми. Это согласуется со всей нашей привычной картиной мира: мы видим, что все макроструктуры природы, биологические формы, человеческое тело и мозг относительно устойчивы, длительное время не разрушаются. Чтобы понять природу этой квазистационарной стадии и условия неустойчивости, полезно привлечь уже разъясненные выше фундаментальные понятия: «режимы с обострением», «нелинейная положительная обратная связь», «локализация».

Процессы в режимах с обострением развиваются неравномерно. Выше уже говорилось о нелинейной положительной обратной связи, составляющей внутренний механизм режимов с обострением. Для определенного класса задач с сильными нелинейностями и размывающими факторами различной природы в фазовом пространстве систем существуют две области: область, где малое возмущение резко возрастает благодаря нелинейной положительной обратной связи и, следовательно, является существенным, и область, где малое возмущение затухает, сглаживается, нивелируется благодаря той же обратной связи.

Достаточно длительное время структуры развиваются медленно. Они существуют метастабильно. Иными словами, режимы с обострением име-

¹⁶ См., например: Vidal C. Chaotic Behaviours Observed in Homogeneous Chemical Systems // Synergetics — From Microscopic to Macroscopic Order. P. 17–26; Hess B., Marcus M. Time Pattern Transitions in Biochemical Processes // Ibid. P. 6–16.

¹⁷ Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Потанов А. Б. Указ. соч. С. 21, 32.

¹⁸ Баблюяц А. Молекулы, динамика, жизнь. М., 1990. С. 8, 346–353; Prigogine I., Stengers I. Entre le temps et éternité. Paris, 1988. P. 84.

ит длительную квазистационарную стадию. Влияние малых возмущений, вообще говоря, различно в зависимости от ряда факторов: не только от стадии развития процесса, но и от месторасположения возмущения (попадает ли оно в центральную часть структуры или на ее периферию), а также от меры сложности структуры. Если, допустим, малое возмущение попадает в центр структуры на квазистационарной стадии, то оно несущественно, лишь немного, изменяет момент обострения. Достаточно долго это возмущение вообще не чувствуется, ибо структура на этой стадии растет медленно. Малое возмущение вообще не играет никакой роли, полностью забывается, если на квазистационарной стадии оно попало на периферию структуры.

Далее, когда структуры выросли уже настолько, что перешли порог медленного роста, они начинают развиваться сверхбыстро, в режиме с обострением. На стадии вблизи момента обострения (на стадии неограниченного возрастания характерных величин) сложные локализованные структуры становятся неустойчивыми и распадаются из-за влияния малых флуктуаций.

Малое возмущение, попавшее в один из максимумов сложной структуры, которая приближается к моменту обострения, ускоряет ее распад. А если оно попало на периферию сложной структуры, то она из-за быстрого сокращения размеров, сбегания интенсивной области процесса к центру может вообще не успеть «почувствовать» этого возмущения. Если малое возмущение попадает в максимум простой структуры, то такое возмущение немного изменяет момент обострения, скажем, он наступает немного раньше. Но это малое изменение по времени обуславливает — вблизи момента обострения — как угодно большое увеличение самой функции (самых характерных величин), значит, приводит к рассогласованию моментов обострения различных фрагментов и к распаду сложной структуры.

Естественный хаотический, «радиоактивный» распад нестационарных сложных структур вблизи момента обострения является, стало быть, следствием неустойчивости организации таких структур к малым хаотическим флуктуациям на микроуровне¹⁹.

¹⁹ В математике широко известно понятие «неустойчивость по Ляпунову». Это — неустойчивость по отношению к начальным данным: малые начальные различия разрастаются и приводят далее, в ходе развития процесса, к сколь угодно большим различиям. Первоначально близкие, смежные траектории экспоненциально разбегаются. Неустойчивость по Ляпунову связана с некорректно поставленными задачами, каковыми являются, как правило, задачи по обработке результатов эксперимента.

Но экспоненциальное разбегание сложных траекторий — это результат линейного анализа, линеаризации. В более общем представлении траектории разбегаются в режиме с обострением. Это означает, что на достаточно длительной начальной, или квазистационарной, стадии структура развивается медленно. Но вблизи момента обострения структура начинает развиваться чрезвычайно

Неизбежный распад сложных быстро развивающихся структур — одна из объективных закономерностей мироустройства. Синергетика активизирует стохастическое поведение определенного типа детерминированных систем. Имеются в виду макроскопические, некантовые системы, типа астероидов или комет, которые ведут себя принципиально стохастически и описываются странными аттракторами. Их поведение непредсказуемо вовсе не потому, что человек не имеет средств проследить и рассчитать их траектории, а потому, что мир так устроен.

И огромное количество явлений нашего мира на различных уровнях его организации (и микро-, и макро-, и мега-), оказывается, демонстрирует хаотическое или вероятностное поведение. Ибо режимы с обострением — именно режимы сверхбыстрого, а не экспоненциального роста — распространены гораздо шире, чем нам это представлялось до сих пор. Процессы в сложных системах имеют тенденцию подходить к стадии разрушения или же достаточно хорошо описываются, как если бы они подходили к таким стадиям. Поэтому вероятностное описание не есть показатель нашего незнания, так сказать, нашего невежества. Такое описание не является следствием вмешательства человека с его разумом и экспериментальными средствами в объективный ход процессов природы.

Исходя из синергетического видения мира можно выдвинуть предположение, что в будущем возможен пересмотр нашего привычного отношения к квантовой механике. А именно, может быть поставлена под вопрос сама боровская относительность к средствам наблюдения — этот, якобы нередуцируемый гносеологический (субъект-объектный) фактор в исследовании квантово-механических ситуаций. Можно выдвинуть гипотезу об объективной, а не приборной вероятности в квантовой механике, а также о возможности иного способа объяснения принципа неопределенности, статистической природы ψ -функции и вероятностного поведения квантовых объектов²⁰. Правда, проверка этих предложений сопряжена пока с рядом теоретических и практических трудностей. Во всяком случае, это — один из возможных конкретных выводов нового взгляда на мир.

быстро, и близкие «траектории» катастрофически быстро разбегаются. Понятие неустойчивости, которое развивается в этой книге, характеризует неустойчивость вблизи момента обострения (момента максимального развертывания процесса), неустойчивость на асимптотической стадии развития структур.

²⁰ Такого рода направления исследований уже развиваются. Исходя из глубокой аналогии собственных функций горения нелинейной среды на квазистационарной стадии с собственными функциями стационарной задачи Шрёдингера в центральном поле сил с кулоновским потенциалом, уже предпринимается, в частности, попытка, вывести стационарное уравнение Шрёдингера из уравнения теплопроводности и по-другому получить те же собственные функции, что и в задаче Шрёдингера (См.: Курдюмов С. П. Собственные функции горения нелинейной среды и конструктивные законы построения ее организации // Современные проблемы математической физики и вычислительной математики. М., 1982. С. 235–236.)

Итак, мы приходим к примечательному результату. Хотя организация мира такова, что всё в нем в общем устойчиво, но всё устойчиво лишь относительно, до определенной степени, на некоторой, пусть и длительной, стадии развития. Всё в мире метастабильно. Сложноорганизованные системы имеют тенденцию распадаться, достигая своего развитого состояния. Неустойчивость диалектична. Устойчивость вырастает из неустойчивости, в результате неустойчивости, ибо начало, рождение нового структурного образования связано со случайностью, хаосом, неустойчивостью. А устойчивость в конце концов, рано или поздно, оборачивается неустойчивостью.

2.7. БЛУЖДЕНИЕ ПО ПОЛЮ ПУТЕЙ РАЗВИТИЯ

Наконец, еще одна идея, показывающая своеобразие излагаемой позиции и даже в некотором смысле ее противоположность всему пафосу статьи И. Пригожина «Философия нестабильности». Одной из центральных в этой книге является идея о поле путей развития, характерном для определенного класса открытых нелинейных сред. Поле путей развития иллюстрирует особого рода детерминизм, предопределенность развития. Однако нелинейная система не жестко следует «предписанным» ей путям, и совершает блуждания по полю возможного, актуализирует, высвечивает, выводит на поверхность (всякий раз случайно) лишь один из этих путей. То есть в реальной картине бытия присутствует и момент, противоположный детерминизму, — случайность, неустойчивость. С нашей точки зрения, неустойчивость не заменяет и не отменяет детерминизм, а дополняет и, быть может, видоизменяет его.

И. Пригожин постоянно указывает на то, что случайность, отдельные малые флуктуации вблизи моментов бифуркации могут играть существенную, определяющую судьбу системы, роль. В таком случае для определения места случайности в картине мира мы должны «ждать» этих моментов бифуркации. Согласно нашему пониманию механизмов самоорганизации, малое случайное воздействие, флуктуация, отнюдь не всегда существенно, не всегда разрастается в макроструктуру. Необходимым условием для этого является развитие процесса с обострением, в основе механизма которого лежит нелинейная положительная обратная связь. Не любая случайность существенна и одинакова по последствиям для огромного класса задач — задач о структурной неустойчивости или резонансном воздействии.

И. Пригожин называет неустойчивостью состояние системы вблизи точки бифуркации, когда система совершает «выбор» дальнейшего пути развития. По его словам, флуктуации предстают как механизмы, «запускающие» неустойчивости²¹.

²¹ Пригожин И. От существующего к возникающему. М., 1985. С. 115.

Мы же говорим о неустойчивости иного рода. Пожалуй, мир неустойчив скорее не потому, что в момент бифуркации открываются разные пути развития. Вблизи бифуркаций случайность, действительно, играет решающую роль, но это — только одна сторона неустойчивости (чувствительности процессов к малым флуктуациям). Под неустойчивостью мы понимаем главным образом режимы сверхбыстрого нарастания, развития процессов с нелинейной положительной обратной связью. Неустойчивость — это вероятностный характер распада сложноорганизованных структур вблизи момента обострения.

2.8. ТЕРЯЕТ ЛИ СОВРЕМЕННАЯ НАУКА МАТЕРИАЛИСТИЧЕСКИЙ ХАРАКТЕР?

Теперь мы можем ответить на все три замечания И. Пригожина (см. раздел 2.6 данной книги). Он говорит о том, что сегодня наука не является более материалистической. Нам представляется, что недостаточно двигаться в рамках противоположностей: материализм — идеализм, материальное — идеальное. Синергетика устанавливает мостики между мертвой и живой природой, между целесообразностью поведения природных систем и разумностью человека. В мертвом ведется поиск живого, вернее, аналогов живого, элементов самодостраивания, чего-то подобного интуиции и т. д. А в живом — поиск того, что обще ему с мертвым, что уже присутствует в неживой природе.

Механизмы самоорганизации многозначны, амбивалентны по своему смыслу. С одной стороны, многие свойства направленности эволюции самоорганизующихся систем, которые вчера истолковывались как цели, как нечто идеальное, предшествующее реальным процессам, и казались при внесении человеческого разума в природу, сегодня могут быть представлены как реальные нелинейные свойства систем. Сегодня появляются материалистические объяснения совершенно парадоксальных явлений, таких, скажем, как будущее организует настоящее или что будущее наличествует в определенных участках сложных эволюционных структур сегодня. Возникает понимание механизмов реализации этих «целей» и рациональное толкование соответствующих образов, содержащихся в некоторых идеалистических философских системах.

А с другой стороны, при истолковании хода эволюции в отношении некоторых ее стадий акцент может падать на инвариантно-групповые свойства, на симметрию, на цели, на то, что заложено, а потом разворачивается, а в отношении других стадий, напротив, — на становящиеся материальные формы. Кроме того, исследование эволюционных процессов в мире с точки зрения режимов с обострением, с точки зрения автомодельности на установившихся стадиях развития и инвариантно-групповых свойств дает некоторые основания предложить модель мира как иерархии различных темпомиров, зависящих, проникающих друг в друга или же

независимых, параллельных. В таком случае сверхразум предстает как некая стадия развития процессов в мире. Это — будущее для нашего темпомира, но, вполне вероятно, существующее уже сегодня в другом, продвинутом к моменту обострения темпомире, с которым мы не умеем устанавливать связь.

2.9. ЕЩЁ РАЗ О РЕДУКЦИОНИЗМЕ

И. Пригожин утверждает, что сегодняшняя наука не является редукционистской. Конечно, редукционизм — это путь познания, который вызывает сомнения и опасения. Сильный механистический или физикалистский редукционизм ни в каком отношении не приемлем. Ибо он состоит в непосредственном сведении сложных феноменов к законам простых структурных образований природы. При этом, фактически, отрицаются специфические черты сложных формообразований. Но современное знание во все большей степени базируется на сознательном применении высокоабстрактных моделей, отражающих парадоксальные свойства открытых нелинейных систем на различных уровнях организации мира.

И кроме того, содержание термина *редукционизм* изменилось, о чем пишет Л. Б. Баженов. Он выступает в защиту редукционизма и показывает, как возможен редукционизм в позитивном смысле этого слова. Недопустим редукционизм механистический, т. е. фактическое отрицание специфичности более сложного, сведение целого к сумме его частей. Но правомерен диалектически понятный редукционизм как «использование фундаментальных законов более простых уровней с целью теоретического вывода (объяснения) качественной специфичности сложных образований»²².

Математическое моделирование начинает нащупывать ныне тот класс сложных объектов, для которых обнаруживается принципиальное подобие протекания процессов на качественно различных уровнях сложности, наводятся мосты между неживой и живой природой, между самодостраиванием нелинейно эволюционирующих структур в природе и высшими проявлениями продуктивного воображения и творческой интуиции человека. На определенном уровне абстракции начинает проступать некое принципиальное подобие рисунка событий, некая фундаментальная общность процессов, происходящих, казалось бы, в совершенно неспоставимых областях событийной реальности. Именно в результате развития синергетических исследований можно ожидать установления общих закономерностей сложных систем вообще.

Как известно, биологическая наука в XIX в. стремилась ввести всюду идею эволюции и применить открытые ею эволюционные механизмы. Она

²² Баженов Л. Б. Редукционизм в научном познании // Природа. 1987. № 9. С. 85.

служила конструктивной основой для мировоззрения того времени. Подобную роль играют ныне вычислительный (на компьютерах) эксперимент и математическое моделирование поведения сложных систем. Эти математические модели разоблачают старые мифы и несут новые идеи, новое миропонимание; они показывают возможные тенденции развития сложных систем и возможные способы эффективного управления ими. Это — своего рода редукционизм, редукционизм в конструктивном смысле этого слова. Важно, что развивается некое мировидение, предлагается новый подход к анализу систем, а дело дальнейшего исследования — испытывать, насколько он применим в конкретных дисциплинарных областях.

2.10. НОВЫЙ ОБРАЗ ДЕТЕРМИНИЗМА

Последняя часть утверждения И. Пригожина касается того, что современная наука перестала быть детерминистической. И с этим нельзя согласиться. Относительно детерминизма много говорилось выше. Сейчас только резюмируем сказанное. И. Пригожин неоднократно подчеркивает, что режимы движения переключаются, пути эволюции реальных систем бифуркируют, многократно ветвятся, в моменты бифуркаций играет роль случайность, и вследствие этого мир становится загадочным, непредсказуемым, неконтролируемым. В определенном смысле дело обстоит действительно так. Однако в настоящей книге разворачивается центральная идея иного рода: наличие поля путей развития для открытых нелинейных сред, спектра структур, возбуждаемых различной топологией начальных воздействий на среду.

Хотя случайность, малые флуктуации могут сбить, отбросить с выбранного пути, приводят, вообще говоря, к сложным блужданиям по полю путей развития, но в некотором смысле — по крайней мере, на упрощенных математических моделях, — можно видеть все поле возможных путей развития. Все возможные пути — пути дао — открываются как бы с высоты птичьего полета. Тогда становится ясным, что ветвящиеся дороги эволюции ограничены. Конечно, если работает случайность, то имеют место блуждания, но не какие угодно, а в рамках вполне определенного, ограниченного поля возможностей.

Управление теряет характер слепого вмешательства методом проб и ошибок или же упрямого насилования реальности, опасных действий против собственных тенденций систем, и строится на основе знания того, что вообще возможно в данной среде. Управление начинает основываться на соединении вмешательства человека с существом внутренних тенденций развивающихся систем. Поэтому здесь появляется в некотором смысле высший тип детерминизма — детерминизм с пониманием неоднозначности будущего и с возможностью выхода на желаемое будущее. Это — детерминизм, который усиливает роль человека.

* * *

Таким образом, излагаемые здесь представления о закономерностях самоорганизации и эволюции сложных систем в чем-то перекликаются со взглядами И. Пригожина. Но по ряду позиций нет согласия. Понимание механизмов самоорганизации корректируется и развивается. Существенное дополнение — это раскрытие механизмов:

- а) локализации процессов в среде в виде структур;
- б) эволюции (синтеза и распада) нестационарных диссипативных структур, т. е. построение эволюционного холизма;
- в) внутренней устойчивости и неустойчивости эволюционных процессов на определенных стадиях их развертывания, т. е. исследование динамики развития процессов в режимах с обострением;
- г) чередования этих стадий, различных режимов изменения состояния системы. Причем внутренние механизмы самоорганизации глубоко связаны с ролью хаоса на микроуровне и с его конструктивным и деструктивным проявлениями на макроуровне.

Глава 3

СИНЕРГЕТИЧЕСКОЕ РАСШИРЕНИЕ АНТРОПНОГО ПРИНЦИПА

Природа экономна не в структурах, но только в принципах.

Абдус Салам

Чем больше я наблюдаю Вселенную и изучаю детали ее архитектуры, тем больше свидетельств я нахожу в пользу того, что Вселенная должна была знать, что мы придем.

Т. Добжанский

3.1. СИНЕРГЕТИКА КАК НАУКА О СЛОЖНОМ

«Сложность» — одно из ключевых слов, специфицирующих синергетические исследования. Наряду с понятиями «самоорганизация», «нелинейность», «открытость» и «хаос», синергетика концентрирует внимание на исследовании сложности. Синергетика есть познание и объяснение сложного, его природы, принципов организации и эволюции. «Синергетика как наука о сложном» — так назывался один из круглых столов, проведенных в первый день работы Московского синергетического форума, 27 января 1996 года (ведущие — член-корреспондент РАН С. П. Курдюмов, профессор А. П. Огурцов).

Согласно классической термодинамике и ее II началу, эволюционность мира заключается в процессах упрощения организации, деградации структур и образований мира, возрастания энтропийных, хаотических элементов. В своем крайнем выражении эти представления доводят до гипотезы о тепловой смерти Вселенной. Синергетика, в основу которой положена неравновесная термодинамика, изучает главным обра-

ном противоположные процессы: путь к сложному, рождение сложного и его нарастание, процессы морфогенеза. Процессы хаотизации и упрощения организации исследуются синергетикой лишь как необходимые эволюционные стадии функционирования сложного и восхождения к более сложному. Изучению модели морфогенеза была посвящена работа А. Тьюринга, опубликованная еще в 1952 г.¹

Как возникает сложное? Почему формообразования и структуры самоорганизации природы именно такие, скажем, спиральные или решетчатые (правильные гексагональные решетки)? Как возможна смена форм, усложнение формообразований в мире? Как осуществляется процесс морфогенеза? Как возможна цепная реакция усложнения? (Именно над этим вопросом билась мысль А. Тьюринга и последующих исследователей.) По каким принципам строится сложная структура из простых, целое из частей? Как происходит сборка сложного в этом мире? Специалисты в области теории самоорганизации сложных систем, пожалуй, не прошли на сегодняшний день и половины пути в поисках ответов на эти вопросы.

Г. Николис и И. Пригожин в своей книге «Познание сложного» пытаются проникнуть в природу сложности как таковой, исследовать поведение сложных систем независимо от того, идет ли речь о молекулах, биологических или социальных системах. В качестве ингредиентов сложного поведения, с их точки зрения, можно рассматривать «неравновесность, обратные связи, переходные явления, эволюцию». Несколько ниже они выражают это более детально: «возникновение бифуркационных переходов вдали от равновесия и при наличии подходящих нелинейностей, нарушение симметрии выше точки бифуркации, а также образование и поддержка корреляций макроскопического масштаба»².

Согласно Дж. Николису, сложное связано с субординацией уровней, иерархическим принципом построения и, кроме того, сложное с необходимостью должно рассматриваться в эволюционном аспекте³.

Известный американский физик М. Гелл-Манн, также занимающийся в последнее время междисциплинарным исследованием природы простого и сложного, выступил в 1984 году в качестве одного из основателей Института в Санта-Фе (Нью-Мехико). Этот институт получил ныне мировую известность как ведущий центр по изучению сложного. В нем проводятся исследования таких сложных адаптивных систем, как биологические организмы, языки, человеческий мозг и креативное мышление.

В своей недавней книге «Кварк и ягуар» Гелл-Манн стремится показать, что, как это ни парадоксально, мир кварков имеет довольно много

¹ Turing A. The Chemical Basis of Morphogenesis // Philos. Trans. Roy. Soc. London, 1952. Vol. 237. P. 37–72.

² Николис Г., Пригожин И. Познание сложного: Введение. М., 1990. С. 53, 96.

³ Николис Дж. Динамика иерархических систем: Эволюционное представление. М., 1989.

общего с миром блуждающего в ночи ягуара. Два полюса мира — простое и сложное — тесно взаимосвязаны. «Кварк символизирует базисные физические законы, которые управляют универсумом и всем веществом в нем... Ягуар означает сложность окружающего нас мира, в особенности то, как мир проявляет себя в сложных адаптивных системах... Мне представляется, — заключает он, — что кварк и ягуар отлично выражают два аспекта природы, которые я называю простым и сложным: с одной стороны, лежащие в основе всего физические законы материи и Вселенной, а с другой — богатая фабрика мира, которую мы непосредственно воспринимаем и частью которой мы сами являемся»⁴.

М. Гелл-Манн предложил новый термин «plectics», который с его точки зрения удачно выражает взаимоотношения простого и сложного во всех их бесчисленных проявлениях. Этот термин имеет греческое происхождение: *πλεκτική* означает «искусство переплетения», «составления», «усложнения» (от *πλέκω* — плести, вить; слагать, сочинять, усложнять). Таким образом, в современной теории сложного происходит переход «from complexity to perplexity»⁵. Подлинно сложные феномены возникают и самоподдерживаются на зыбкой границе хаоса и порядка, at the edge of chaos. Выше некоторого порогового состояния система становится неустойчивой, когда любое микроскопическое движение (флуктуация) может вызвать быстрый лавинообразный процесс, выход на иной аттрактор.

К. Майнцер, который с 1997 г. является президентом Немецкого общества по изучению сложных систем и нелинейной динамики (почетным председателем этого общества избран профессор Г. Хакен), также обсуждает различные аспекты современной теории сложных нелинейных систем и ее приложений. Описание сложного, как показывает он, невозможно без представления о нелинейности и современных нелинейных моделей. В условиях современного мира линейное мышление, до сих пор доминирующее в некоторых областях науки, становится принципиально недостаточным и даже опасным. «Наш подход предполагает, что физическая, социальная и ментальная реальность является нелинейной и сложной, — приходит к выводу Майнцер. — Этот существенный результат синергетической эпистемологии влечет за собой серьезные следствия для нашего поведения. Стоит еще раз подчеркнуть, что линейное мышление может быть опасным в нелинейной сложной реальности... Наши врачи и психологи должны научиться рассматривать людей как сложных нелинейных существ, обладающих умом и телом. Линейное мышление может тер-

⁴ Gell-Mann M. The Quark and the Jaguar: Adventures in the Simple and the Complex. London: Abacus, 1995. P. 11.

⁵ См., например, следующее обсуждение новейших результатов исследований в Институте Санта Фе: Horgan J. From Complexity to Perplexity // Scientific American. June 1995. P. 74–78. С нашей точки зрения, термин plectics (переплетение) глубоко резонирует с условиями пересечения областей локализации простых структур при возникновении из них сложной структуры. См. ниже раздел 3.3.

петь неудачу в установлении правильных диагнозов... Мы должны помнить, что в политике и истории монокаузальность может вести к догматизму, отсутствию толерантности и фанатизму... Подход к изучению сложных систем порождает новые следствия в эпистемологии и этике. Он дает шанс предотвратить хаос в сложном нелинейном мире и использовать креативные возможности синергетических эффектов»⁶.

Различные аспекты проблемы сложного в теории самоорганизации, а также возможности построения единой теории сложных систем рассматриваются и в ряде других работ (Г. Хакен, Э. Ласло, Х. Матурана и Ф. Варела, Э. Морен и др.)⁷.

Судя по известным нам работам в стране и мире, до сих пор не найдено последовательное решение задачи морфогенеза, задачи усложнения, перехода от простых форм (структур) к сложным. Более актуальна задача поиска сложного спектра структур-аттракторов, т. е. спектра асимптотических процессов, протекающих в сложных нелинейных системах (на открытых нелинейных средах).

Наше обсуждение опирается также на многолетние результаты математического моделирования сложных систем и вычислительного эксперимента, полученные большой группой ученых в Институте прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, в Институте математического моделирования РАН и на факультете ВМК МГУ. Философское их осмысление, с нашей точки зрения, представляет интерес для широкой общественности.

В нашей научной школе пока не удалось описать морфогенез как переход от простых структур к сложным. Решается более простая задача: установлено, какие базовые математические модели содержат сложный спектр нестационарных структур-аттракторов. Иначе говоря, достигнут прогресс в понимании, какие открытые нелинейные среды (системы) обладают сложным спектром аттракторов, при каких режимах эволюционных процессов это возможно, какие собственные параметры сред для этого необходимы (точнее, каким должно быть соотношение диффузион-

⁶ *Mainzer K. Thinking in Complexity: The Complex Dynamics of Matter, Mind, and Mankind. Berlin: Springer-Verlag, 1994. P. 13.*

⁷ *Хакен Г. Синергетика: Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985; Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам. М.: Мир, 1991; Laszlo E. The Interconnected Universe. New York etc.: World Scientific, 1995; Maturana H. R. and Varela F. J. The Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding. Boston & London: New Science Library, 1988; Morin E. Method: Towards a Study of Humankind. Vol. 1. The Nature of Nature. New York etc.: Peter Lang, 1992. См. также тезисы докладов I. Antoniou, H. Atlan, V. Basios, G. Burgel, E. Laszlo, K. Mainzer, J. Nicolis, G. Schaefer, F. Varela, F. Wuketits и др. в сборнике: Московский синергетический форум. Январская (1996) встреча. Устойчивое развитие в изменяющемся мире. 27–31 января 1996, Москва. Тезисы / Под ред. В. И. Аршинова, Е. Н. Князевой. Москва, 1996.*

ных, рассеивающих и наращивающих неоднородности в среде факторов, связанных с нелинейностью источников), каково число возможных структур-аттракторов для определенных открытых нелинейных сред. Рассматриваются также условия их возбуждения в среде и эволюция во времени.

3.2. АНТРОПНЫЙ ПРИНЦИП В СИНЕРГЕТИКЕ

Синергетика перестраивает наше мировоззрение. Она открывает необычные стороны мира: его нестабильность и режимы с обострением (режимы гиперболического роста, когда характерные величины многократно, вплоть до бесконечности возрастают за конечный промежуток времени), нелинейность и открытость (различные варианты будущего), возрастающую сложность формообразований и способов их объединения в эволюционирующие целостности (законы коэволюции).

3.2.1. Узкий эволюционный коридор в сложное

Синергетика позволяет взглянуть на мир другими глазами. Вновь удивиться миру. Главное чудо — в том, что мир устроен так, что он допускает сложное. Известна формулировка антропного принципа, связанного с происхождением Вселенной. Сложность наблюдаемой Вселенной определяется очень узким диапазоном сечений первичных элементарных процессов и значениями фундаментальных констант. Если бы сечения элементарных процессов в эпоху Большого взрыва были бы, скажем, немного выше, то вся Вселенная «выгорела» бы за короткий промежуток времени⁸. Антропный принцип оказывается принципом существования сложного в этом мире. Чтобы на макроуровне сегодня было возможно существование сложных систем, элементарные процессы на микроуровне изначально должны были протекать очень избирательно.

На основе исследования математических моделей открытых нелинейных сред (систем) обнаружено явление инерции тепла и локализации процессов (например, горения) в виде нестационарных структур, развивающихся в режиме с обострением⁹. Есть основания сформулировать гипотезу

⁸ См. об этом, например: *Николис Дж.* Динамика иерархических систем: Эволюционное представление. М., 1989. С. 27–28.

⁹ См. об этом: *Самарский А. А., Галактионов В. А., Курдюмов С. П., Михайлов А. П.* Режимы с обострением в задачах для квазилинейных параболических уравнений. М.: Наука, 1987 [English translation: *Samarский A. A., Galaktionov V. A., Kurdyumov S. P. and Mikhailov A. P.* Blow-up in Problems for Quasilinear Parabolic Equations. Berlin, N. Y.: Walter de Gruyter, 1995. P. 533]; *Kurdyumov S. P., Samarский A. A. and Zmitrenko N. V.* Heat Localization Effects in Problems of ICF (Inertial Confinement Fusion) // *International Journal of Modern Physics B*. 1995. Vol. 9. No. 15 P. 1797–1811; *Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П.,*

тезу о распространении антропного принципа на условия проявления «сложности» в явлениях самоорганизации. Эта гипотеза состоит в том, что **сложный спектр структур-аттракторов, отличающихся различными размерами и формами, существует лишь для узкого, уникального класса моделей со степенными нелинейными зависимостями**. Удивительно, что все сложное построено в мире чрезвычайно избирательно, что эволюционный коридор в сложное очень узок. Эволюционное восхождение по лестнице всеусложняющихся форм и структур означает реализацию все более маловероятных событий.

Итак, относительно простые математические модели содержат сложное, сложный спектр структур-аттракторов. Показано, что на выделенном классе открытых и нелинейных сред могут возникать и метастабильно поддерживаться сложные спектры нестационарных структур, структур, развивающихся в режиме с обострением. Путь к сложному — это путь к средам с большими нелинейностями и новыми свойствами, с более сложным спектром форм и структур. Это создает основания рассматривать мир как *иерархию сред с разной нелинейностью*.

3.2.2. Свертывание сложного

Одна из основных и методологически конструктивных идей — это идея о свертывании сложного, радикальной редукции сложного к простому. Аттракторы эволюции сложных систем описываются намного проще, чем зигзагообразный и неоднозначный путь к ним.

Как известно, поведение любой системы может быть представлено бесконечным рядом гармоник (мод) с временным коэффициентом перед каждой. Если в модели линейной системы различные гармоники (моды) независимы, то в модели нелинейной — устанавливается определенная связь между ними. Открытость системы приводит к тому, что в определенные гармоники поступает извне, например, энергия, а нелинейность определяет характер ее распределения между гармониками. Диссипативные процессы (затухание) действуют по всему спектру гармоник. В силу нелинейности диссипацией «выедаются», уничтожаются те гармоники, которые недостаточно поддерживаются энергетически. В результате остается конечное и небольшое количество гармоник, а стало быть, и небольшое число уравнений, описывающих асимптотическое поведение бесконечно сложной открытой нелинейной системы.

Этот вывод можно сформулировать в общем виде. Неправоммерно при поиске структур-аттракторов чрезмерно усложнять модели, вводить боль-

Малинецкий Г. Г., Самарский А. А. Нестационарные диссипативные структуры и диффузионный хаос. М.: Наука, 1992. С. 541. [English translation: Achromeeva T. S., Kurdyumov S. P., Malinetskii G. G., Samarskii A. A. Nonstationary Dissipative Structures and Diffusion-Induced Chaos in Nonlinear Media// Physical Reports. Vol. 176 (1989). P. 189–372].

шое число параметров эволюции. Синергетика позволяет снять некие психологические барьеры, страх перед сложными системами. Сверхсложная, бесконечномерная, хаотизированная на уровне элементов среда (система) может описываться, как и всякая открытая нелинейная среда (система), небольшим числом фундаментальных идей и образов, а затем, возможно, и математических уравнений, определяющих общие тенденции разворачивания процессов в ней¹⁰. Можно попытаться определить в том числе и параметры порядка мирового развития (к примеру, законы роста населения мира; см. раздел 3.5).

Структуры-аттракторы эволюции, ее направленности или «цели» относительно просты по сравнению со сложным, запутанным, хаотическим, неустоявшимся ходом промежуточных процессов в среде. Асимптотика колоссально упрощается. На основании этого появляется возможность прогнозирования: исходя «из целей» процессов, относительно устойчивых конечных состояний (структур-аттракторов), «от целого», исходя из динамических характеристик сложных систем как эволюционных целостностей, и тем самым *из идеала*, предполагаемого человеком и согласованного с собственными путями эволюции сложных систем.

3.2.3. Обоснование модели. Конкуренция двух факторов в нелинейной системе

Мы рассматриваем динамику эволюции сложных нелинейных систем (открытых нелинейных сред), учитывая при этом действие двух факторов¹¹.

С одной стороны, это — фактор, создающий неоднородности в сплошной среде, аналог «работы нелинейных объемных источников» самого различного рода. В самом общем смысле — это действие нелинейных обратных связей в сложной системе, фактор самовлияния, самовоздействия, самонарастания (или самоослабления) процессов в сложной системе (среде). Причем эти нелинейные положительные (или отрицательные) обратные связи (самовлияния) являются не энергетическими, а селективными и конфигурационными: лишь правильно топологически организованное, резонансное воздействие приводит к значительному усилению (или ослаблению) процессов в среде. Примеры самовоздействий такого рода могут быть самыми различными: цепные реакции в лазере, приводящие к

¹⁰ См.: Новое в синергетике: Загадки мира неравновесных структур. М.: Наука, 1996; Малинецкий Г. Г. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. М.: Наука, 1997. Оба издания входят в серию «Кибернетика — неограниченные возможности и возможные ограничения».

¹¹ Философско-методологическому обсуждению нелинейных процессов и рассматриваемой ниже модели посвящена статья: Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Синергетика как новое мировидение: диалог с И. Пригожиным // Вопросы философии. 1992. N 12. С. 3–20.

сокращению полуширины спектральной линии; разрастание малых колебаний в радиотехнике; биологические катализаторы, позволяющие колоссально усиливать скорость процессов в живых организмах, приводить к взрывному нарастанию; быстрый рост в экономике типа «капитал на капитал», когда полученная прибыль идет не на потребление, а снова вкладывается в производство.

С другой стороны, это — фактор, размывающий неоднородности в нелинейной системе (среде), аналог диссипации, диффузии самого разного рода. Это может быть «диффузия» (миграция) населения, диффузия (распространение) инфекционных болезней, диффузия (передача) знаний, научной и культурной информации, культурно-исторических традиций. Рассеивающий фактор означает влияние процессов, протекающих на микроуровне, на эволюцию структур на макроуровне. Этот фактор, так сказать, многофункционален — он может выступать: а) как сила, выводящая из структуры-аттрактор эволюции; б) как способ перехода между различными режимами эволюции, скажем, режимом быстрого роста и режимом ослабления интенсивности процессов; в) как фактор когерентности, установления связи между структурами, согласования структур, развивающихся в разном темпе, в единое целое (целостную эволюционирующую структуру).

Конкуренция между этими двумя факторами — действием нелинейных обратных связей и диссипативными, рассеивающими процессами — приводит к различным режимам развития процессов в нелинейных системах (средах). Может устанавливаться LS-режим с обострением, режим локализации и роста интенсивности процессов во все более узкой области вблизи максимума (если фактор нелинейного самовлияния сильнее аналога диссипации), или HS-режим снижения интенсивности процессов, распыливания структур и «растекания от центра» (если аналог диссипации сильнее фактора самовлияния).

Наличие двух взаимодополнительных режимов эволюции сложных систем может быть интерпретировано как возможность существования сложных эволюционирующих структур в двух формах — в форме локализованных процессов, «частиц» (LS-режим) и в форме «волн охлаждения», распыливания процессов по старым следам (HS-режим). Парадоксально, что можно строго математически показать, что линеаризация таких моделей приводит к исчезновению «мира частиц», т. е. к исчезновению второй формы существования сложных структур. То есть линеаризация как бы «вырезает» вторую половину мира.

Как будет показано ниже, сложный спектр структур-аттракторов может существовать лишь при определенном сочетании, тонком гармоничном равновесии действия этих факторов в нелинейной системе (среде).

3.2.4. Задача реконструкции аттрактора

Исследование хаотических режимов процессов, протекающих в открытых нелинейных средах, включает в себя ряд интересных постановок проблем. Существуют методы, позволяющие восстановить размерность аттрактора и его общий вид по экспериментальным данным.

Задача восстановления спектра структур-аттракторов чрезвычайно сложна и пока не решена, но можно проводить поиск одного аттрактора, анализируя последовательность измерений некоторой величины. Эта задача называется *задачей реконструкции аттрактора*. Оказывается, «чтобы исследовать количество параметров порядка у сложной многомерной системы, требуется измерять одну из ее характеристик в дискретные моменты времени»¹². Поиск числа и характера параметров порядка сложной системы, которые определяют поведение всех остальных степеней ее свободы, является одним из способов упрощения этой системы, описания сложного достаточно простым и доступным образом.

3.2.5. Метод ПАР (приближенных автомоделных решений)

Установлено, что асимптотики эволюционных процессов в определенных классах открытых нелинейных сред, т. е. структуры-аттракторы, описываются инвариантно-групповыми решениями.

Поскольку в инвариантах пространство и время не свободны, а определенным образом связаны друг с другом, постольку мы переходим к пространственно-временному описанию процессов, протекающих в сложных системах. На асимптотических стадиях рост величин по времени (рост населения, капитала, знаний, научной информации) тесно увязан с пространственным распределением этих процессов (с урбанизацией, распределением капитала, центрами кристаллизации знания).

Мы считаем, что математическая модель сложных систем должна обладать сложным спектром аттракторов, т. е. структур, которые возникают на развитых, автомоделных (т. е. самоподобных, сохраняющих при эволюции свою форму) стадиях процессов. Основная проблема заключается в том, чтобы найти тип уравнений, которые допускают сложный спектр аттракторов. Иначе говоря, какие типы нелинейности делают возможным существование сложного спектра аттракторов? Как уже отмечалось, это — уравнения со степенными нелинейными зависимостями.

Это утверждение удастся проверить на достаточно широких классах зависимости коэффициента теплопроводности от температуры $k(T)$ и источника от температуры $Q(T)$. В работах В. А. Галактионова и А. А. Са-

¹² Постановку этой задачи см. в брошюре общества «Знание» (серия «Математика и кибернетика», 1989, N 11): Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Синергетика — новые направления. М., 1989. С. 36–37.

марского показано, что если сами уравнения со сложной зависимостью коэффициентов от температуры не допускают инвариантно-групповых решений, на развитых стадиях (при времени, стремящемся к времени обострения) уравнения вырождаются в такие, которые допускают инвариантно-групповые решения¹³. (Три типа вырожденных уравнений, описывающих асимптотическую стадию — это уравнения с экспоненциальными и степенными зависимостями и уравнения класса Гамильтона-Якоби.) Если речь идет об асимптотическом описании, об описании развитых автомодельных стадий процессов, то с некоторого класса уравнений решения сходятся к инвариантно-групповым решениям и среди них лишь степенные автомодельные решения допускают сложный спектр собственных функций (структур-аттракторов), т. е. только при $k(T) = k_0 T^\alpha$ и $Q(T) = Q_0 T^\beta$.

3.2.6. Новый тип странных аттракторов

Режимы с обострением имеют такую особенность, что ход процессов в них имеет две существенно отличающиеся друг от друга стадии: длительную метастабильную стадию, когда все характеристики процессов растут чрезвычайно медленно и незначительно, и стадию асимптотической неустойчивости вблизи момента обострения, когда возникает угроза стохастического, вероятностного, «радиоактивного» распада сложной структуры. Вблизи момента обострения сколь угодно малые флуктуации способны рассогласовать темп развития внутри различных подструктур сложной структуры, в результате чего сложная структура подвергается реальной угрозе распада. Открытие асимптотической неустойчивости сложных структур может быть интерпретировано как существование *особого типа странных аттракторов*.

Существуют определенные классы неустойчивых систем или стадии развития процессов, проявляющие неустойчивость. Неустойчивыми системами, т. е. такими, для которых существуют принципиальные границы предсказания и контроля, можно считать системы со странными аттракторами. И. Пригожин называет неустойчивостью состояния системы вблизи точки бифуркации, когда система совершает выбор дальнейшего пути развития. Мы же говорим о неустойчивости иного рода. О неустойчивости как определенной стадии режимов сверхбыстрого нарастания, развития процессов с нелинейной положительной обратной связью. Неустойчивость — это вероятностный распад сложноорганизованных структур вблизи момента обострения.

¹³ См.: Галактионов В. А., Самарский А. А. Методы построения приближенных автомодельных решений нелинейных уравнений теплопроводности // Математический сборник. 1982. Т. 118 (N 3). С. 292–322; 1982. Т. 118 (N 4). С. 435–455; 1983. Т. 120 (N 4). С. 3–21; 1983. Т. 121 (N 2). С. 131–155; Галактионов В. А., Курдюмов С. П., Самарский А. А. Об асимптотических собственных функциях задачи Коши для нелинейного параболического уравнения // Математический сборник. 1985. Т. 126. N 4. С. 435–472.

3.2.7. Спектр структур-аттракторов существует вблизи S-режима

В результате исследования фундаментальных математических свойств нелинейных моделей установлено существование двух взаимодополнительных режимов эволюции сложных систем — LS-режима локализации и возрастания интенсивности процессов во все более узкой области вблизи максимума и HS-режима «расплывания структур» и «охлаждения».

Существование сложного спектра структур-аттракторов обнаружено в LS-режиме с обострением. Сама структура понимается здесь как процесс, локализованный на среде, способный как-то развиваться и перестраиваться. Нелинейная открытая среда является носителем различных форм локализации (структур-аттракторов). Показано также, что при достаточно больших нелинейностях в объемных источниках по сравнению с нелинейными показателями в размазывающих, диссипативных процессах, в LS-режиме исчезает сложный спектр структур¹⁴. Это означает, что показатель нелинейности источника β должен не сильно отличаться от показателя нелинейности в диффузии σ . Спектр структур-аттракторов существует лишь в LS-режиме (с сокращающейся областью локализации), не сильно отличающемся от S-режима, развивающемся на фундаментальной длине (имеющем фиксированную область локализации).

Кроме HS-режима «охлаждения» существует HS-режим с обострением, с возрастанием интенсивности процессов и распространением этих процессов в пространстве.

Группа наших болгарских коллег, в которую входят С. Н. Димова, М. С. Касчиев, М. Г. Колева и Д. П. Василева, недавно получила важный научный результат. В этой модели при приближении HS-режима с обострением к S-режиму открыта возможность существования волн со сложной структурой организации, которые также являются структурами-аттракторами, описываемыми инвариантно-групповыми решениями. Полуширина этих структур-волн растет со временем¹⁵. Раньше предполагалось, что сложный мир структур соответствует лишь LS-режиму с сокращающейся полушириной при преобладающей роли действия нелинейных источников по сравнению с диффузионными процессами. А в упомянутой выше работе С. Н. Димовой с коллегами открыт еще сложный мир солитонных структур-волн, сохраняющих свою форму при растущей полуширине.

Итак, установлено, что существование спектра структур-аттракторов сложных систем (сред) предполагает выполнение двух условий: во-пер-

¹⁴ См. об этом: Адьютов М. М., Клоков Ю. А., Михайлов А. П. Самоподобные тепловые структуры с сокращающейся полушириной // Дифференциальные уравнения. 1983. Т. 19. N 7. С. 1107–1114.

¹⁵ Димова С. Н., Касчиев М. С., Колева М. Г., Василева Д. П. Численное исследование радиально-несимметричных структур в нелинейной теплопроводной среде // Доклады Академии наук. 1994. Т. 338. N 4. С. 461–464.

ных, развитие процессов в режимах с обострением (локализация возможна лишь в сверхбыстрых процессах); во-вторых, специальный вид согласований показателя нелинейности источника и показателя нелинейности теплопроводности, т. е. требуется развитие процессов вблизи S-режима ($LS \rightarrow S \leftarrow HS$).

Число возможных структур-аттракторов определяется простой формулой:

$$N \equiv \beta - \sigma / (\beta - \sigma - 1),$$

где β — показатель нелинейности источника, а σ — показатель нелинейности в диффузии.

При β , не сильно отличающемся от $\sigma + 1$, $\beta > \sigma + 1$ ($LS \rightarrow S$), или $\beta < \sigma + 1$ ($HS \rightarrow S$), может существовать как угодно сложный спектр структур-аттракторов, например, с числом типов структур до 10^{13} .

Суммируем сказанное в этом разделе. Физически и математически показано, что только специфический класс нелинейных степенных зависимостей (определенный класс моделей) допускает существование сложного спектра структур-аттракторов. И потому именно эта модель может быть использована для моделирования процессов в сложных системах, а именно для определения:

- примерного количества структур-аттракторов;
- их формы, пространственно-временной «архитектуры»;
- эволюционной иерархии, принципов построения сложных структур из простых;
- нарушения симметрии в связи с объединением структур «разного возраста», включением «памяти» системы.

К обсуждению этих важных и парадоксальных следствий антропоного принципа мы сейчас и переходим. Отметим, что гипотеза об общности ограниченного класса математических моделей, лежащих в основе сложных структур мира, обосновывает саму возможность познания мира сложными структурами. Понимание антропоного принципа и лежащих в его основе поисков общего корня организации мира продвигает нас к разгадке чуда познаваемости мира.

3.3. СЛОЖНОСТЬ: ЦЕЛОЕ И ЦЕЛЬ

Гипотеза о синергетическом расширении антропоного принципа включает в себя ряд конструктивных условий объединения, коэволюции развивающихся в разном темпе структур.

Вообще говоря, синергетические представления о структурах-аттракторах, асимптотиках, *целях* эволюционных процессов взаимосвязаны с синергетическими принципами построения эволюционного *целого* из частей, сложных структур из простых. Вопрос «куда идут процессы?» ставится параллельно с вопросами «как строится сложное эволюционное целое?», «каковы законы нелинейного синтеза?».

Возможно, сами понятия «цель» и «целое» этимологически связаны. По крайней мере, это усматривается в терминах «телеология» или «телеония», имеющих греческое происхождение (телос — свершение, завершение; окончание, высшая точка, предел, цель; или телеиос — законченный, полный; свершившийся; окончательный; крайний, высший, совершенный). Достижение цели одновременно означает и завершение действия, замыкание круга, восхождение к полноте, совершенству, красоте. Цель достигается тогда, когда оказывается построенным совершенное симметричное целое.

Куда идут эволюционные процессы в открытых нелинейных системах? Они идут к созданию все более сложных организаций и структур путем интеграции различных частей, развивающихся в разном темпе структур в эволюционные целостности.

Сложность структуры связана с когерентностью. Под когерентностью мы понимаем согласование темпов жизни структур посредством диффузионных, диссипативных процессов, являющихся макроскопическим проявлением хаоса. Для построения сложной организации необходимо когерентно соединить подструктуры внутри нее, синхронизировать темп их эволюции. В результате объединения структуры попадают в один темп-мир, значит, приобретают один и тот же момент обострения, начинают «жить» в одном темпе.

Для создания сложной структуры, очевидно, необходимо уметь соединять структуры «разного возраста», развивающиеся в разном темпе структуры, необходимо включать элементы «памяти», будь то биологическая память, ДНК, или память культуры, культурные традиции. Поскольку структуры-аттракторы, характеризующие развитые (установившиеся) стадии эволюции структур нелинейного мира, описываются инвариантно-групповыми решениями, постольку пространственные и временные характеристики структур-процессов оказываются неразрывно связанными. Динамика развития сложной структуры требует согласованного (с одним моментом обострения) развития подструктур «разного возраста» внутри нее, а это, как правило, приводит к нарушению пространственной симметрии. Включение «памяти» (элементов прошлого) означает нарушение симметрии в пространстве.

Можно попытаться сформулировать правила нарушения симметрии при соединении разновозрастных структур в целое, указать оптимальную степень связи (пересечения областей локализации) подструктур внутри сложной структуры, топологию их расположения, законы смены режима и другие факторы, обеспечивающие устойчивое совместное развитие в одном темпомире¹⁶.

¹⁶ См.: Наука, технология, вычислительный эксперимент. М.: Наука, 1993. С. 28, 31, 73–77; Kurdyumov S. P. Evolution and Self-organization Laws in Complex Systems // International Journal of Modern Physics C. 1990. Vol. 1. N 4. P. 299–327. А также см. статью с подробным списком литературы: Курдюмов С. П. Соб-

Не какие угодно структуры и не как угодно, не при любой степени связи и не на каких угодно стадиях развития, могут быть объединены в сложную структуру. Существует ограниченный набор способов объединения, способов построения сложного эволюционного целого.

Чтобы возникла единая сложная структура, должна быть определенная степень перекрытия входящих в нее более простых структур. Должна быть соблюдена определенная топология, «архитектура» перекрытия. Должно присутствовать определенное «чувство меры».

Фактором объединения сложных социальных структур является некий аналог хаоса, флуктуаций, диссипации, рынок в обобщенном смысле этого слова. Хаос (т. е. обменные процессы разного рода), таким образом, играет конструктивную роль не только в процессах выбора пути эволюции, но и в процессах построения сложного эволюционного целого. Фигурально выражаясь, хаос выступает в качестве «клея», который связывает части в единое целое.

При создании топологически правильной организации из более простых структур (при определенной степени взаимодействия структур и при определенной симметрии архитектуры создаваемой единой структуры) осуществляется выход на новый, более высокий уровень иерархической организации, т. е. делается шаг в направлении к сверхорганизации. Тем самым ускоряется развитие той структуры, которая интегрируется в сложную.

3.4. НА ПУТИ К СИНЕРГЕТИКЕ С ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ЛИЦОМ

Сегодня мы находимся на пути к социосинергетике или гомосинергетике. Мы пытаемся построить, если можно так выразиться, синергетику с человеческим лицом. Мы движемся к синергетике, умеющей подходить и знающей как подходить к человеческой культуре, к пониманию феномена человека во всех его разнообразных проявлениях, к раскрытию тайн человеческого художественного и научного творчества, познания, здоровья, образования, коммуникации, встраивания человека в ближайшую и более отдаленную социальную и культурную среду.

На пути к гуманитарной, человеческой синергетике возникает ряд метафорических представлений, мыслеобразов. Паттерны самоорганизации и геометрии человеческого поведения; фрактальные рисунки исторических событий; ментальные (или социокультурные) ландшафты, в которых всеобъемлюще представлено вчера-сегодня-завтра; ситуации «здесь

и теперь» как такие места, где встречаются неведомое прошлое и внезапно возникающее будущее; когнитивные карты личности; картины «сгущения» и «разрежения» культурных инноваций — эти визуальные образы навеянные синергетикой, способны стать точками роста гуманитарного знания.

Итак, синергетика прилагается и применяется к пониманию самых разных явлений природы и мира человека. Синергетика пытается выступать в самых разных модификациях, более или менее отдаленных приложениях. Сама синергетическая система знания развивается благодаря и через «синергетический подход к...»¹⁷.

Синергетика может рассматриваться как *позитивная эвристика*, как метод экспериментирования с реальностью. Это — не инструмент, дающий предзаданные результаты, а дверь, открытая в... реальность, природную или человеческую, и ожидающая ответов от самой этой реальности. Стоит попробовать подойти к миру синергетически, проинтерпретировать или переинтерпретировать феномены или события с синергетической точки зрения и посмотреть, что получится. Синергетика становится способом не просто открывания, но и создания реальности, способом увидеть мир по-другому и активно встроиться в этот мир. Она дает возможность рассмотреть старые проблемы в новом свете, переформулировать вопросы, переконструировать проблемное поле науки.

Экспериментальная, или «веселая», синергетика может строиться на солидном фундаменте математических аналитических расчетов и компьютерного моделирования процессов в открытых нелинейных средах. Речь идет о свободном оперировании полученным знанием и попытках эвристического приложения этого знания к самым различным областям. Синергетика возможна не только как строгая наука, но и как средство экспериментирования, игры с реальностью.

Парадигма самоорганизации, или, с нашей точки зрения, синергетическая парадигма, влечет за собой, как показывают И. Пригожин и И. Стенгерс, новый диалог человека с природой¹⁸. Она приводит также к новому диалогу человека с самим собой и с другими людьми. Нелинейная ситуа-

¹⁷ См., например: *Моисеев Н. Н.* Современный рационализм. М.: МГВТ КОКС, 1995; *Степин В. С.* Философская антропология и философия науки. М.: Высшая школа, 1992; *Назаретян А. П.* Агрессия, мораль и кризисы в развитии мировой культуры (синергетика социального прогресса). М.: Книжник, 1995; *Лотман Ю. М.* Избранные статьи: В 3-х т. М., 1992, 1993; *Шупер В. А.* Самоорганизация городского расселения. М.: Рос. Открытый университет, 1995; *Гоманюков С. А.* Композиционный метод в историческом познании. М.: МГПУ, 1994; *Мелик-Гайказян И. В.* Информатика и самоорганизация. Томск: Томский политехнический университет, 1995. См. также нашу статью: *Князева Е. Н., Курдюмов С. П.* Интуиция как самодостраивание // Вопросы философии. 1994. N 2. С. 110–122.

¹⁸ См.: *Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. М., 1986.

ции, ситуация бифуркации путей эволюции или состояние неустойчивости нелинейной среды, чувствительности ее к малым воздействиям, связанная с неопределенностью и возможностью выбора. Осуществляя выбор дальнейшего пути, субъект ориентируется на один из собственных, определяемых внутренними свойствами среды путей эволюции и вместе с тем на свои ценностные предпочтения. Он выбирает наиболее благоприятный для себя путь, который в то же время является одним из реализуемых в данной среде путей. Синергетику поэтому можно рассматривать как оптимистический способ овладения нелинейной ситуацией.

Синергетика вообще неразрывно связана с оптимизмом. В современной ситуации ускоренного и нестабильного развития мира синергетика имеет мажорное звучание. Это — оптимистическая попытка понять принципы эволюции и коэволюции сложных систем, раскрыть причины эволюционных кризисов, нестабильности и хаоса, овладеть методами нелинейного управления сложными системами, находящимися в состоянии неустойчивости.

Главная проблема заключается в том, как управлять, не управляя, как малым резонансным воздействием подтолкнуть систему на один из собственных и благоприятных для субъекта путей развития, как обеспечить самоуправляемое и самоподдерживаемое развитие. Проблема также в том, как преодолевать хаос, его не преодолевая, а делая симпатичным, творческим, превращая его в поле, рождающее искры инноваций.

Разрушить уходящий в глубокую древность стереотип страха перед хаосом, увидеть красоту и конструктивность хаоса — это *tour de force*, настоящий подвиг синергетики. Малое и хаотическое прекрасны, ибо открывают возможность рождения нового.

Красота с синергетической точки зрения может быть рассмотрена как некий промежуточный феномен между хаосом и порядком. Красота — это не полная симметрия, а некоторое нарушение симметрии (порядка). Именно это незначительное нарушение симметрии делает структуру жизненной и достойной восхищения. «Красота — это зыбкое балансирование на узком хребте между рисками двух срывов: с одной стороны — распада всякой упорядоченной структуры на хаотические фрагменты, а с другой стороны — застывания в симметрии и порядке. Только на этом опасном хребте возникает красота, формируется гештальт (образ)»¹⁹, — отмечает Ф. Крамер. Возникает новое представление о хрупкой красоте как о гармонии, существующей на границе между хаосом и порядком.

Синергетика позволяет понять разрушение как креативный принцип, а «страсть к разрушению как творческую страсть», о чем писал М. Бакуинин, ибо только освободившись от прежнего, повернув процессы в обратную сторону, на противоположный режим, на осколках старого может быть создано что-то новое, привлекающее внимание.

¹⁹ *Cramer F.* Chaos und Ordnung: Die komplexe Struktur des Lebendigen. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, 1988. S. 205.

Нелинейная (синергетическая) ситуация — это ситуация игры с реальностью. Это — некий тип физического эксперимента или же ментальной или экзистенциальной игры, блуждания по полю многовариантных путей в будущее. В этой эволюционной игре ничто не предопределено, кроме самых общих правил этой игры. Эти правила носят характер эволюционных запретов, накладываемых на некоторые несвойственные сложной системе (среде) пути эволюции.

Не субъект дает рецепты и управляет нелинейной ситуацией, а сама нелинейная ситуация, будь то природная ситуация, ситуация общения с другим человеком или с самим собой, как-то разрешается и в том числе строит самого субъекта. Нелинейное, творческое отношение к миру, таким образом, означает открытие возможности сделать себя творимым. Позволить нелинейной ситуации или другому человеку влиять на себя. Строить себя от другого. Похожий принцип находим в поэтическом государстве Поля Валери: «Творец — это тот, кто творим».

Погружение в синергетику и намерение ее использовать как «позитивную эвристику» связано, стало быть, с развитием игрового сознания. Синергетически мыслящий человек — это *homo ludens*, человек играющий. Синергетика выступает в таком случае как некий тип интеллектуальной йоги. Давая рецепты овладения сложным, она разрушает сам «рецепт», сам прежний способ рецептообразования. Она все делает гибким, нежестким, открытым, многозначным. Синергетическое действие — это действие исподволь, исходя из собственных форм образования, собственных сил, способностей, потенциалов. Это — стимулирующее действие.

Синергетический подход к человеку — это новый подход к здоровью человека, индивидуальному или коллективному (социотерапия). Открывая принципы сборки сложного из простого, синергетика строит новый холизм. Синергетический подход к человеку — это холистический подход. Если речь идет о здоровье, то это гештальттерапия. Лечение обретает метафорический образ «пути к себе», «возвращения к себе», «открытия себя заново»²⁰. Говоря об основах будущей холистической медицины, Ф. Капра отмечает: «Доктор должен будет уважать способность тела к самоисцелению и не пытаться господствовать над процессом исцеления»²¹.

Лечение и излечение предстает как «синергетическое приключение» человека, при котором в самом человеке обнаруживаются скрытые установки (структуры-аттракторы) на благоприятное и здоровое будущее. Оно есть проявление собственных поддерживающих человека путей и внутренних сил следовать этими путями. С позиции синергетики возможно обсуждение вопросов о том, здорово ли быть хаотическим, каковы причины эффективности малых (допустим, гомеопатических или акупунктур-

²⁰ См. об этом: Аршинов В. И. Синергетика как феномен постнеклассической науки. М.: ИФ РАН, 1999. С. 179.

²¹ Капра Ф. Уроки мудрости: Разговоры с замечательными людьми. М., 1996. С. 165.

ных) воздействий, можно ли быть психически здоровым при соматической болезни и наоборот, может ли быть здоров индивид, если «нездорово» общество, социальная среда его обитания и наоборот.

Синергетический подход к образованию (синергетика образования) может быть охарактеризован аналогичным образом как гештальтообразование. Процедура обучения, способ связи обучаемого и обучающего, ученика и учителя — это не перекалывание знаний из одной головы в другую, не вещание, просвещение и преподнесение готовых истин. Это — нелинейная ситуация открытого диалога, прямой и обратной связи, солидаристического образовательного приключения, попадания (в результате разрешения проблемных ситуаций) в один самосогласованный темпомир. Это — ситуация пробуждения собственных сил и способностей обучающегося, инициирование его на один из собственных путей развития. Гештальтообразование — это стимулирующее, или пробуждающее, образование, открытие себя или сотрудничество с самим собой и другими людьми.

Кто-то мудро сказал, что образование — это то, что помнишь, когда уже все забыл. Это в высшей степени относится к синергетическому образованию и к образованию через синергетику. Знание не просто накладывается на структуры личности или, тем более, навязывается им. Синергетическое образование действует подспудно. Это — образование, стимулирующее собственные, может быть еще непроявленные, скрытые, линии развития. Как мы стремились показать, это — способ открывания реальности, поиска путей в будущее.

3.5. МОДЕЛИ СИНЕРГЕТИКИ, РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА, ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ КРИЗИСЫ

В этом разделе предпринимается попытка обсудить некоторые социальные и демографические приложения нашей модели эволюции сложных систем²².

На рубеже третьего тысячелетия и в условиях возрастания общей неустойчивости мирового развития всех нас волнуют вопросы о том, куда течет история и чего можно ожидать, каковы исторические пути развития человечества и варианты будущего развития, каковы особенности и по-

²² Социальные и культурологические приложения синергетики рассмотрены, соответственно, в наших статьях: *Князева Е. Н., Курдюмов С. П.* Синергетика в контексте диалога Восток — Запад // Россия и современный мир. М.: ИНИОН РАН, 1995. N 3. С. 57–78; *Князева Е. Н., Курдюмов С. П.* Синергетика и Восток: близость далекого // Духовные истоки Японии. Альманах / Под ред. Т. П. Григорьевой. М.: Толк, 1995. С. 273–312. См. также препринт: *Knyazeva E. N., Kurdyumov S. P.* Synergetics at the Crossroads of the Eastern and the Western Cultures. Moscow: The Keldysh Institute of Applied Mathematics Publishers, 1994. N 28.

следствия демографических кризисов и происходящего ныне демографического взрыва, как избегать неблагоприятных, катастрофических ситуаций и каковы условия самоподдерживающего и оберегаемого развития человечества (sustainable development). Совокупность конструктивных следствий нелинейного анализа и синергетики могут служить в качестве некоей методологии, адекватной для анализа современного посткапиталистического, или постиндустриального, общества. Синергетическая методология по своему содержанию близка к основным идеям постмодернизма или постструктурализма. В последнем также развиваются нетрадиционные идеи о способах роста и развития, нелинейности феноменов культуры, роли децентрализации и хаоса, тонком проникновении пространственных и временных характеристик.

Проблемы излагаются здесь в общеметодологическом, постановочном ключе. Формулируется серия вопросов, конструктивных для дальнейшего научного поиска, осуществляемого специалистами в области истории демографии, экономики, социологии.

3.5.1. Гиперболический характер роста населения Земли

Установлен фундаментальный закон: население Земли растет в режиме с обострением. Гиперболический характер роста народонаселения мира отмечался еще в работах Х. фон Фёрстера²³. Современные специальные исследования соответствующей модели и сравнение ее с кривыми построенными на основе реальных исторических данных о его численности в различные эпохи, проведены в работах С. П. Капицы²⁴.

Этот фундаментальный закон вынуждает пересматривать привычное мировоззрение. Принято думать, что процессы бурного роста, такие, как возрастание населения Земли, «экономическое чудо» или увеличение потока научной информации, происходят по экспоненте. На самом деле это — один из мифов классической науки. Большинство процессов лавинообразного роста происходят не по экспоненте, а гораздо быстрее, в режиме с обострением, когда рассматриваемые величины хотя бы часть времени изменяются по закону неограниченного возрастания за конечное время.

Особенность роста населения Земли — это квадратичная нелинейность. Ее источником является половое размножение. Автокаталитичность процесса роста народонаселения обусловлена, во-первых, парными столкновениями с порождением, во-вторых, сохранением исходных взаи-

²³ См.: Foerster H. von et al. // Science. 1960. N 132. P. 1291–1294.

²⁴ См.: Капица С. П. Феноменологическая теория роста населения Земли // Успехи физических наук. 1996. Том 166. N 1. С. 63–79; Kapitza S. Population: Past and Future: A Mathematical Model of the World Population System // Science Spectra. 1996. N 4. P. 60–65. См. также Подлазов А. В. Основное уравнение теоретической демографии и модель глобального демографического перехода. Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, 2001. № 88.

модействующих тел после столкновения, что создает возможность не-однократности, вторичных, третичных и т. п. столкновений. Разумеется, не каждое взаимодействие людей приводит к рождению нового человека. Значит, нужно ввести некий вероятностный коэффициент α , учитывающий это обстоятельство. Важно, что скорость роста населения пропорциональна не числу людей, а квадрату числа людей: $dN / dt = \alpha N^2$. А это уже автокаталитический процесс, режим с обострением.

Стоит отметить, что эта модель хорошо известна в биологии, она описывает прирост особей в биологических популяциях. В многочисленных популяциях, обладающих половой структурой, вероятность рождения детеныша зависит от числа встреч особей, в то время как в малочисленных популяциях эта вероятность линейно зависит от числа самок²⁵.

Биологические популяции поддерживают динамическое равновесие своей численности ценой резких колебаний, например, в результате конкуренции хищник—жертва. Социальные системы гораздо эффективнее, они способны «контролировать», как-то смягчать пики колебаний. Но уже в самой закономерности роста населения с квадратичной нелинейностью поддерживается возможность неустойчивости, демографических кризисов, циклов, переключений режимов.

Обсуждаемая здесь математическая модель роста населения Земли письма проста. Но из нее вытекают важные следствия. Одно из них состоит в том, что появляется характерное время — *время обострения*. Население мира стремится к бесконечности по мере приближения к 2025 году²⁶. Момент обострения попадает примерно на 2025 год. В реальной действительности бесконечность, разумеется, не может быть достигнута, в частности, за счет попадания — через неустойчивость — в область затухания.

Другое важное следствие — глобальное ускорение мирового развития. 1 миллион лет в палеолите оказывается эквивалентным 40 годам, т. е. по сути жизни одного поколения, в наше время.

Вводя собственную, оригинальную периодизацию истории человечества, И. М. Дьяконов также отмечает глобальное ускорение исторического развития, сокращение длительности основных исторических фаз. «От появления *Homo sapiens* до конца I фазы [первобытной. — Здесь и далее пояснения наши. Авт.] прошло не менее 30 тыс. лет, II фаза [первобытно-общинная] длилась около 7 тысяч лет, III фаза [ранняя древность] — около 2 тысяч лет, IV фаза [имперская древность] — около 1,5 тыс., V фаза [средневековье] — около тысячи лет, VI фаза [абсолютистская постсредневековая] — около 300, VII фаза [капиталистическая] — немногим более

²⁵ Фрисман Е. Я. О механизме сохранения неравномерности в пространственно-временном распределении особей // Математическое моделирование в экологии. М.: Наука, 1978. С. 146.

²⁶ Капица С. П. Феноменологическая теория роста населения Земли. С. 66–67.

100 лет; продолжительность VIII фазы [посткапиталистической] пока определить невозможно. Нанесенные на график, эти фазы складываются в экспоненциальное развитие [на самом деле, это — гиперболическое развитие, режим с обострением. — *Авт.*], которое предполагает переход к вертикальной линии или, вернее, к точке — так называемой сингулярности... Вертикальная линия на графике равносильна переходу в бесконечность. В применении к истории понятие “бесконечность” лишено смысла: не могут дальнейшие фазы исторического развития, все убыстряясь, сменяться за годы, месяцы, недели, дни, часы и секунды. Если не предвидеть катастрофы..., тогда, очевидно, следует ожидать вмешательства каких-то новых, еще не учитываемых движущих сил, которые изменят эти графики»²⁷. Любопытно, что основываясь всецело лишь на исторических данных, будучи погруженным в историю человечества, Дьяконов усматривает в ней следование гиперболическому закону развития и появление момента катастрофической неустойчивости, что следует из рассматриваемой математической модели роста народонаселения.

3.5.2. Внутренняя устойчивость закономерности роста

Удивительно, что одна и та же закономерность роста имеет силу для всей истории человечества, т. е. действует уникально длительное время. Развитие на огромном промежутке времени описывает одна и та же формула. Чудовищные войны, эпидемии, приводящие к вымиранию населения огромных регионов, ложились на кривую роста лишь как малые отклонения от общей тенденции, которая быстро восстанавливала себя. Чрезвычайная устойчивость гиперболического закона роста населения выглядит как своеобразное чудо.

Квадратичная нелинейность роста неустойчива лишь относительно момента обострения. К примеру, известно, что в 1343 году 30% населения Европы вымерло от чумы. На квазистационарной стадии подобное возмущение несущественно. Подобного рода возмущение приводит к незначительному изменению момента обострения, допустим, он наступит не в 2025, а в 2027 году. Сам режим роста быстро восстанавливается. Кривая роста устойчива по отношению к конечным флуктуациям.

Факт восстановления общего закона мы можем сегодня объяснить стягиванием поля интегральных кривых, полученных методом осреднения для описания автомодельной стадии процесса. Конечные флуктуации приводят к выходу на тот же самый закон. Можно исследовать вопрос, существует ли какая-то пороговая величина флуктуации, которая приводит к срыву внутри модели, к нарушению общего закона роста.

Внутренняя устойчивость гиперболического роста населения, судя по всему, глубоко связана с характеристиками мира как глобальной систе-

²⁷ Дьяконов И. М. Пути истории: От древнейшего человека до наших дней. М., 1994. С. 352–353.

мы. Развиваемый ныне в демографии системно-исторический подход состоит в рассмотрении мира как единой системы, системы нелинейной и самоорганизующейся с положительными (рост) и отрицательными (стабилизация) обратными связями²⁸. Наблюдается синхронизм поведения этой глобальной системы в древности и в наше время: флуктуации численности на протяжении истории быстро сглаживаются, собственная тенденция роста быстро восстанавливается. По-видимому, существуют некоторые параметры порядка, свертывающие внутреннюю сложность и представляющие общий характер поведения этой системы, такие, как время жизни одного поколения (порядка 40 лет) или общее, интегральное число людей, когда-либо живших на Земле на протяжении всей истории человечества. Фундаментальный смысл имеет финальность, асимптотика этого процесса, на которую, вероятно, не влияют начальные условия (начальные условия «забываются» с выходом на аттрактор).

Считается, что устойчивость функционирования и развития сложных систем возрастает по мере восхождения по эволюционной лестнице, социальные системы более устойчивы, чем биологические. Их устойчивость — это устойчивость движения, динамическая устойчивость. Устойчивость достигается через постоянные нарушения равновесия, посредством следования законам ритма, периодической смены состояний и режимов эволюции, причем с менее резкими пиками колебаний, чем в биологических системах.

3.5.3. Асимптотическая неустойчивость.

Демографические кризисы. Современная опасность сверхкатастрофы

Характер современной стадии цивилизационного развития определяется во многом приближением демографического роста к «моменту обострения». Это — ускорение мировых процессов, возрастающая нестабильность, множество возможных, угрожающих миру глобальных опасностей (падение астероидов, экологическая катастрофа, разгул терроризма, ядерный катаклизм), перед лицом которых мир превращается в единое целое. Важно понять, что проблема эволюционных кризисов носит общечеловеческий характер. Эволюционные кризисы и неустойчивость угрожают не только России, но и всему миру.

Сверхбыстрое развитие вблизи обострения чрезвычайно затрудняет возможность приспособления, адаптации человека, и человекомерных систем вообще, к постоянно изменяющимся условиям. Возрастает опасность сверхвзрыва (демографического и социального), сверхкатастрофы. Известный футуролог Е. Дрор выразил суть этой новой ситуации так: мы

²⁸ См.: Вишневский А. Г. Воспроизводство населения и общество: История, современность, взгляд в будущее. М.: Финансы и статистика, 1982.

живем в мире, в котором возрастает вероятность маловероятных событий.

«Кризисы — это не временное состояние, а путь внутренней жизни». Эти слова психолога Л. С. Выготского попадают в резонанс с сегодняшним синергетическим видением мирового развития. Эволюционные кризисы в определенной мере неизбежны, ибо сложные системы помимо длительной стадии выхода на автомодельность имеют и стадию асимптотической неустойчивости. Сложные организации вблизи момента максимального развития, «момента обострения» становятся неустойчивыми к малым возмущениям, флуктуациям на микроуровне. Флуктуации приводят к потере внутренней когерентности развития различных подструктур внутри сложной структуры и к угрозе стохастического распада целостной организации на части (структуры), развивающиеся с разной скоростью, в разном темпе. Асимптотическая неустойчивость эволюции сложных структур рассматривалась нами во втором разделе данной главы, где была показана возможность ее истолкования как существования нового типа странных аттракторов.

Асимптотическая неустойчивость сложных организаций, развивающихся в режиме с обострением, приводит к «фазовому переходу», к появлению двух сценариев дальнейшего хода событий: к гибели организации, распаду сложной структуры, или к выходу на новый аттрактор, на новый режим функционирования. Что касается первого пессимистического исхода эволюции сложных организаций, то это по сути синергетическая модель известного исторического феномена — крушения империй. Второй сценарий исхода событий обсудим позднее.

Крах Греческой и Римской империй, крушение кайзеровской Германии в 1918 г., после окончания первой мировой войны, распад колониальных систем Великобритании, Франции и Испании после второй мировой войны, распад СССР после периода холодной войны — все эти локальные катастрофы представляют собой, вероятно, проявления общей исторической закономерности краха империй. Из-за общего ускорения цивилизационного развития периоды существования и распада империй становятся все более короткими. Как известно, историки не обсуждают вопроса, почему империи распадаются, они исследуют только конкретные социальные причины и условия краха отдельных империй. Синергетические модели позволяют получить предположительное математическое обоснование этого исторического феномена.

Современный демографический взрыв уже привел к прохождению «момента обострения», к фазовым демографическим переходам в отдельных странах Западной Европы. Можно поставить и исследовать вопрос о том, как проявляется асимптотическая неустойчивость в отдельных подсистемах глобальной системы населения мира. Какие факторы привели к тому, что быстрый рост народонаселения сменился стабилизацией, по крайней мере, в странах Западной Европы? В соответствии с нашей моделью формирования структур в результате конкуренции двух факторов (на-

растворения неоднородностей в сплошной среде и их рассеивания), можно предположить, что рост экономического и культурного уровня, увеличение связей, контактов, обменов между людьми, развитие инфраструктуры общества как аналог диссипативного фактора в социальной среде в некотором смысле приводит к торможению демографических процессов, подавляет рост народонаселения.

Темпы роста народонаселения на Западе и Востоке, в экономически развитых странах и странах развивающихся существенно различны. Чудовищный темп роста населения на Востоке, в азиатском и африканском мире — это сама по себе важнейшая проблема человечества, которая может менять геополитические оценки.

3.5.4. Периодичность в истории. Сокращение периода

Сложная организация (структура), скорее всего, лишь метастабильно устойчива. Чтобы поддерживать свою целостность, периодически преодолевать тенденцию к стохастическому распаду (стадию асимптотической неустойчивости), она должна существовать в колебательном режиме, позволяющем замедлять процессы и восстанавливать общий темп развития подструктур внутри сложной структуры.

Фундаментальный принцип поведения сложных систем — это периодическое чередование стадий эволюции и инволюции, развертывания и свертывания, взрыва активности, схождения к центру, интеграции и расхождения, дезинтеграции, хотя бы частичного распада. И здесь существуют глубокие аналогии с историческими свидетельствами о циклах процветания и гибели цивилизаций, с циклами Н. Д. Кондратьева, колебательными режимами Дж. К. Гелбрайта, этногенетическими ритмами Л. Н. Гумилева. Что касается самой общей характеристики развития человечества, в результате анализа антропологического и культурно-исторического материала С. П. Капица выделяет 11 характерных периодов в истории развития человечества, причем длительность этих периодов сокращается по некоторому закону²⁹.

Синергетическая модель режимов с обострением содержит внутри себя возможность перехода на режим противоположного характера. Сама нелинейность, если она достаточно сильная, обуславливает существование двух областей: области обострения (там, где начальное возмущение покрывает) и области затухания (там, где начальное возмущение сходится к нулю, нивелируется). Оказывается, не надо вводить дополнительные факторы для смены режима роста на режим падения. Сама нелинейность приводит к существованию *решения в малом* ($0 < t < t_1$, это — LS-режим) и *решения в целом* ($0 < t < \infty$, это — HS-режим), области обострения, интенсивного роста и области затухания и синхронизации процесса, а так-

²⁹ Капица С. П. Феноменологическая теория роста населения Земли. С. 75. См. также: Подлазов А. В. Теоретическая демография как основа математической истории. Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, 2000, № 73.

же механизма переброски из одного состояния в другое благодаря всегда существующим флуктуациям.

Таким образом, существование решений в малом (LS-режим) и в целом (HS-режим) — общее свойство определенного класса нелинейных уравнений, уравнений со степенной нелинейностью или таких, которые на асимптотической стадии могут сходиться к подобным.

Пульсации в эволюции сложных нелинейных систем, временные колебания численности населения мира существуют и на стадии устойчивого роста. Режимы замедления и распада, хотя бы частичного, и объединения, возникновения новых форм построения эволюционного целого, по-видимому, неизбежны. Всюду существуют петли процессов (LS ↔ HS), даже при несильной нелинейности, происходит перескок на процессы, знаменующие обратное движение по времени.

Динамика развития сложных социальных организаций и структур, стало быть, связана с периодическим чередованием режимов убыстрения процессов и их замедления, режимов структурализации и стирания различий, частичного распада структур, с периодическим смещением фокуса влияния от центра к периферии и обратно. Попытное движение по времени, частичный возврат к старому, к культурным и историческим традициям является, вероятно, необходимым условием поддержания сложной социальной организации.

Анализ синергетических моделей эволюции сложных систем, вероятно, позволит получить объяснение известному, давно описываемому историками феномену — периодичности в истории. Изучение 21 цивилизации за последние 3000 лет, проведенное А. Тойнби, дало ему возможность установить периодические переходы от среднего прогрессивного к среднему регрессивному развитию, циклы ухода-и-возврата, аналоги Великого предела, ритмов инь-ян в истории. «На большом количестве эмпирического материала мы убедились, что распад цивилизации, как и рост ее, есть процесс непрерывный и кумулятивный; что у этого процесса есть повторяющийся ритм; что за каждым музыкальным тактом идет следующий такт и что основой предыдущего ритма является Вызов-и-Ответ»³⁰.

Для поворота с режима роста на режим замедления и стабилизации населения, как и для выхода на новый аттрактор, необходимы флуктуации. Нужны «потрясения» системы. Нужно пройти через слои хаоса, чтобы создать новую структуру, добыть новую информацию, иметь историческую инновацию вообще.

Изучение математической модели роста народонаселения мира (квадратичной нелинейности) позволило нам установить предположительные периодические колебания (численности населения мира) с сокращающимся по времени периодом³¹. Время периодов сокращается по определенно-

³⁰ Тойнби А. Дж. Постигание истории. М., 1991. С. 474.

³¹ Эти исследования проведены совместно с В. А. Белавиным. См.: Белавин В. А., Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Модели синергетики и развитие человечества // Синергетика и образование. М.: Гнозис, 1997. С. 13–22.

му закону. И это согласуется с историческими демографическими данными, приведенными в работах С. П. Капицы. В истории человечества также имеет место сокращение длительности периодов, о чем пишет, в частности, И. М. Дьяконов (см. выше), со временем происходит уплотнение исторических событий. История становится все более концентрированной.

Конечно, здесь пока больше вопросов, чем ответов. Остаются открытыми многие вопросы. Сколько периодов временных колебаний численности народонаселения мира? Какие временные промежутки они покрывают? Совпадают ли периоды колебаний численности для отдельных стран с периодами для человечества в целом? Как влияют изменения показателей нелинейности источника β и диффузии σ в нашей модели на ход эволюционных процессов в прошлом и будущем? Что это может означать применительно к демографии?

3.5.5. Колебания по пространству. Сети городов. Решетки Кристаллера

Рост населения с обострением ведет не только к существованию *временных колебаний* численности населения, но и к наличию *колебаний по пространству*, к определенным конфигурациям пространственного расселения населения, в том числе к определенным формам урбанизации. Если мы имеем установившуюся автомодельную стадию процесса и структуры-аттракторы, то они описываются инвариантно-групповыми решениями. В последних, как известно, пространство и время не свободны, а определенным образом связаны друг с другом. Это дает возможность определять «архитектуру», пространственную конфигурацию расселения, характер построения сети городов.

Режим с обострением приводит к возникновению центров кристаллизации, сгущения населения — поселков и городов. В условиях конкуренции факторов нелинейного самовлияния, самонарастания и диффузии, рассеяния равномерное распределение населения неустойчиво. Возникают центры концентрации населения, многополюсная и разноразмерная структура расселения.

Существуют некоторые законы возникновения сетей городов разной мощности (максимумы концентрации разной величины), связанные с определенными эволюционными стадиями процесса урбанизации. В пространственном размещении населения имеют место волны изменения плотности населения: «волны сгущения», роста крупных городов, общей неравномерности расселения (LS-режим с обострением) и сменяющие их «волны разрежения», рассредоточения городского населения, связанные с развитием инфраструктуры на данной территории (HS-режим).

В качестве аналога диффузионного, разравнивающего неоднородности фактора в процессах территориальной самоорганизации мы рассматриваем процессы обмена и связи самого разного рода, все то, что синхронизирует, когерентно связывает части в единое целое. Если мы хотим опи-

сать пространственную «архитектуру» расселения, построение единой сети городов и поселков, то должны наложить на эти центры кристаллизации населения требование одного момента обострения, синхронизации темпов развития. Именно согласованность темпов превращает различные структуры в единое эволюционное целое.

Как показывается в работах В. А. Шупера, развивающего топоцентрические идеи В. Кристаллера, А. Леша и Б. Б. Родомана, процессы территориальной самоорганизации приводят на своей развитой, автомодельной стадии к довольно равномерному распределению городского населения по пространству — к возникновению правильных гексагональных решеток, типа ячеек Бенара. «Правильная гексагональная решетка как способ пространственной организации систем городов была увидена Кристаллером на карте Южной Германии»³². Сеть городов с хорошо развитой инфраструктурой, каковой является инфраструктура Германии, дает правильную гексагональную решетку. Последняя является структурой-аттрактором процессов урбанизации.

Волны «концентрации населения к центрам» (как следствие быстроты процессов, наличие момента обострения), развития больших городов и «растекания от центров», распределения населения за границы больших городов, связанное с развитием инфраструктуры, дают в конце концов правильную решетку, определенное распределение центральных мест. «Мы рассматриваем систему центральных мест как аттрактор или как потенциальную форму, которую стремится реализовать в своем развитии городское расселение», — разъясняет В. А. Шупер³³. Решетки Кристаллера обладают внутренней неустойчивостью, в результате чего постоянно происходят колебания около некоторого состояния изостатического равновесия.

Идеи финальности в процессах территориальной самоорганизации развиваются далее в разных направлениях. Установлено, что существуют оптимальные размеры городов, связанные с численностью населения. Такой идеальный город имеет численность порядка 100–300 тысяч жителей. Это, если можно так выразиться, некий «квант урбанизации». Крупные города, типа Москвы, в таком случае оказываются далеки от того, чтобы попасть в число городов. Москва — это, скорее, не город, а конгломерат городов. Она состоит примерно из 40 «квантов урбанизации».

3.5.6. Информационные среды. Возможность усиления нелинейности

В настоящее время бурно развивается инфраструктура не только в рамках отдельных стран, но и между странами, не только материальная инфраструктура (транспорт, связь), но и информационная. Широкое рас-

³² Шупер В. А. Самоорганизация городского расселения. М., 1995. С. 57.

³³ Там же. С. 150.

пространение персональных компьютеров и развитие электронной связи через Internet приводит к установлению свободного и быстрого обмена и распространения информации по всей Земле. Возникают информационные среды, сети коллективного разума, открывающие для человека новые возможности.

Информационные среды свободным потоком информации создают возможность не парных, а многочастичных столкновений, а значит, усиление нелинейности сред и протекающих в них процессов.

До сих пор темп роста населения мира определялся механизмом полового размножения. Квадратичная нелинейность, приводящая к гиперболическому характеру роста, обусловлена парными взаимодействиями людей, половым размножением. Механизм стабилизации роста тесно связан в таком случае с развитием культуры и технологии, с возрастанием роли аналогов диссипативных, обменных процессов в обществе.

Возможны иные сценарии, когда для характеристики развития человечества выбираются нетрадиционные параметры, характеризующие возникновение информационных сред. Гипотетически мыслима возможность изменения самого закона роста, который, вероятно, сможет определяться многочастичными столкновениями на информационной основе. Это приведет к существенному усилению нелинейности среды, на которой разворачиваются интересующие нас процессы.

Каковы возможные последствия этого?

Известно, что чем сильнее нелинейность, тем больше выражены неустойчивости, циклы пространственно-временных колебаний. В то же время при очень сильной нелинейности вообще не может существовать спектра структур-аттракторов, сложность «вымирает».

Усиление нелинейности приводит к увеличению вариантов будущего развития. На сильно нелинейной среде появляется более разветвленное поле путей в будущее. С точки зрения синергетики будущее — это не *l'avenir* (то, что будет завтра), а *les futuribles* (одно из возможных будущих состояний). Усиление нелинейности среды расширяет спектр возможностей, спектр будущих состояний. Кроме того, возрастание нелинейности приводит к увеличению способов объединения простых структур в сложные, а значит, и возможностей построения более сложных формообразований, организаций и структур.

Усиление нелинейности среды и, кроме того, фактора-аналога диссипации, рассеяния неоднородности в среде может нарушить сегодняшний процесс колебаний вокруг закона гиперболического роста народонаселения и привести к «перескоку» на иной, противоположный HS-режим «охлаждения», «растекания от центра», «синхронизации процессов». Этот режим сопровождается уходом в прошлое, «возобновлением старых следов», традиций и в то же время глобальным интеллектуальным и духовным объединением человечества.

3.5.7. Некоторые ожидания и прогнозы

Исторический процесс роста населения мира, его внутренняя устойчивость, сокращение периодов колебаний (численности и пространственного распределения населения) на фоне общей тенденции роста и даже примерное количество периодов предположительно объясняются рассматриваемой синергетической моделью. Наибольший интерес представляет начальная и конечная стадии автомодельного режима гиперболического роста.

Прохождение глобальной системы населения земного шара через состояние асимптотической неустойчивости, через «момент обострения», естественно, рождает вопрос об образах будущего. Что можно ожидать? В отдельных странах Западной Европы в результате демографического перехода произошла стабилизация численности населения. Каким будет демографический переход для всего человечества? И переход куда? Как будет пройден Великий предел, о котором говорили древние индусы?

Как известно, будущее наблюдаемой Вселенной, находящейся в настоящее время в стадии расширения, «разбегания всего от всего» (аналог HS-режима охлаждения) зависит от скрытой массы нейтрино. В зависимости от того, больше она или нет некоторого порогового значения, возможны два сценария разворачивания событий во Вселенной.

Аналогичным образом, будущее человечества после «фазового перехода» определяется некоторыми фундаментальными параметрами, в первую очередь характером нелинейных свойств человеческой среды (нелинейностью аналога источника, положительной обратной связи и аналога диссипации в человеческой среде).

Следуя нашим синергетическим моделям, просматриваются три возможных сценария будущего развития.

Во-первых, анализ рассматриваемой модели (стягивания интегральных кривых, полученных методом осреднения) приводит к предположению, что по мере приближения к моменту обострения теряется устойчивость даже к небольшим возмущениям³⁴. Возникает возможность попадания на длительный процесс падения численности и рассредоточения населения по пространству. Возможно частичное вымирание человечества и сохранение лишь «золотого миллиарда», проживающего в «глобальной деревне». Возобновление закона роста возможно лишь после длительного прохождения «петли затухания» процессов, «ухода в прошлое» и децентрализации.

³⁴ Кроме того, имеет место феномен самоорганизованной критичности. Большие флуктуации маловероятны, но если они случаются — в силу колоссальной неустойчивости процесса вблизи обострения, — то именно они определяют поведение всей глобальной системы на длительное время. См. *Малинецкий Г. Г., Подлазов А. В.* Парадигма самоорганизованной критичности. Иерархия моделей и пределы предсказуемости // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 1997. Т. 5, № 5. С. 89–106.

Падение темпа цивилизационного развития, связанное с уменьшением численности населения, распад и рассредоточение человечества на сепарированные целостности означает в некотором смысле возврат к модифицированному средневековью. Такими могут быть суровые последствия эволюционного сценария, приводящего к «золотому миллиарду».

Во-вторых, если сохраняется квадратичная нелинейность закона роста населения, в результате развития культуры и технологии, информационных, обменных процессов всякого рода может усиливаться фактор «диффузии» (по сравнению с фактором самовлияния, нелинейных обратных связей). Тогда возможен переход в HS-режим с обострением, с возрастанием интенсивности процесса и «ростом полуширины», распространением в пространстве. По-видимому, это означает выход за пределы Земли в космическое пространство, построение колец миров вокруг Земли, возникновения расширенной ноосферы, сферы космического разума.

Наконец, в-третьих, существует сценарий, связанный с изменением самого закона роста. Это обсуждаемая выше возможность появления информационной основы развития человечества.

В наш век все ускоряющегося развития установление законов организации и коэволюции сложных биологических, экологических, социальных систем представляет задачу огромной важности. У человечества нет времени нащупывать организацию мира методом проб и ошибок. Надо ясно знать, как она должна строиться, понимать законы нелинейного синтеза сложных, развивающихся в разном темпе структур. Это непреложная ступень в развитии разума во Вселенной. На нее надо подняться, чтобы обеспечить будущее человечеству.

Глава 4

СИНЕРГЕТИКА В КОНТЕКСТЕ КУЛЬТУРЫ

Восток и Запад есть в каждой вещи.
Гегель

Взаимобогащаясь, культуры Востока и Запада актуализируются, становятся достоянием каждого... Не разница должна исчезнуть [между ними], а непонимание.

Т. П. Григорьева

4.1. ИДЕИ СИНЕРГЕТИКИ И ОБРАЗЫ КУЛЬТУРЫ

Синергетика вводит в научный оборот свой собственный, особый язык. Это — язык таких понятий, как аттракторы и бифуркации, фракталы и детерминированный хаос. Как сделать этот язык доступным для каждого образованного человека? В частности, как перекинуть мост между концептуальным миром специалиста в какой-либо научной дисциплине, использующего модели синергетики, и тем концептуальным миром, в котором живет философ-методолог? Здесь встает непростая задача — представить синергетические идеи в виде образов культуры, соотнести их с имеющейся концептуальной и визуальной сеткой всякого культурного человека. При этом важно не исказить эти идеи и не утратить того богатого мировоззренческого содержания, которое за ними стоит.

В общем-то обширная работа по наведению мостов между синергетикой и широкими пластами культуры только начинается. Наши краткие замечания на этот счет, скорее всего, лишь приоткрывают сферы их возможного пересечения.

При этом мы будем вводить визуальные образы или мысленные картинки, умственные образы, так сказать — мыслеобразы. И это не случайно. Ведь зрение является самым интеллектуальным чувством человека, связующим звеном между сенсуальными представлениями и интеллектом. Известно, что значительная доля нейронов коры человеческого моз-

га так или иначе связана со зрением, восприятием и переработкой визуальной информации. Способность мозга воспринимать информацию, представленную в виде визуальных и мысленных образов, намного превышает все иные возможности восприятия.

Кроме того, возможности компьютерной графики в изображении процессов на дисплее позволяют сблизить содержание и форму преподнесения информации. Длительные размышления и математические расчеты колоссально сжимаются, спрессовываются в виде визуальных картинок и схем.

Предлагаемые здесь мысленные образы могут трансформироваться, подвергаться стихийной переработке на поле индивидуального сознания, тем самым выступая эвристическим средством в поисковой, творческой деятельности. Мыслеобразы — тот зыбкий, но тем не менее проходимый мост, который ведет к отдаленным приложениям синергетики, в том числе к таким феноменам, которые трудно поддаются логическому и даже вербальному анализу, — к миру сна, трансформированных состояний сознания, к творческому сознанию и т. п.

4.1.1. Аттракторы. Цели эволюции

Наиболее корректно истолковать аттракторы как аналоги II-го начала термодинамики для открытых нелинейных сред. II-е начало термодинамики говорит о том, куда идут процессы в закрытых системах и (часто) в системах, близких к равновесию: они идут к тепловому хаосу, к состоянию с наибольшей энтропией. Этот путь эволюции называют «термодинамической ветвью». Аттракторы эволюции открытых нелинейных сред показывают, куда эволюционируют процессы в такого рода средах.

Мы связываем аттракторы с математическим аппаратом, развитым А. Пуанкаре еще в начале века. Пуанкаре ставил задачу устойчивости термодинамической ветви при небольших отклонениях от этого состояния и решал ее посредством обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений (прослеживающих процесс лишь во времени). А Тьюринг решал эту задачу, используя уравнения в частных производных, где существенно и временное, и пространственное описание процесса.

Аттракторы характеризуют, как правило, их изображениями в фазовом пространстве, так называемыми фазовыми портретами. В данной же книге под аттракторами понимаются реальные структуры в пространстве и времени, на которые выходят процессы самоорганизации в открытых нелинейных средах. Структуры-аттракторы выглядят как цели эволюции. В качестве таких целей могут выступать как хаотические состояния, так и различные типы структур, имеющих симметричную, правильную архитектуру и возбуждаемых в среде в некотором смысле резонансно. Возбуждение симметричных структур маловероятно при случайных флуктуациях, а требует или вмешательства человека, его научных знаний и умений, или наличия трафарета резонансного возбуждения в виде генного

аппарата, спирали ДНК, перенесения копий, распознавания и считывания их, строительства по плану.

Итак, понятие «аттрактор» близко к понятию «цель». Наличие цели раскрывается в самом широком, внеантропологическом смысле как целеподобность, направленность поведения открытой нелинейной системы, как наличие «конечного состояния» (разумеется, относительно конечного, завершающего лишь некоторый этап эволюции) системы. Под «аттрактором» в синергетике понимают относительно устойчивое состояние системы, которое как бы притягивает (*attrahere* — лат., притягивать) к себе все множество «траекторий» системы, определяемых разными начальными условиями. За аттракторами стоят визуальные образы неких «каналов» («конусов» или «воронок»), которые свертывают, втягивают в себя множество «траекторий», предопределяют ход эволюции системы на участках, даже отдаленных от непосредственного «жерла» таких «воронок». Понятие «аттрактор» можно соотнести с эйдосами Платона — идеями как первообразами, уподобиться и подражать которым стремятся вещи видимого мира, а также с идеальными формами Аристотеля, а применительно к человеческой психике — с архетипами Юнга¹. В психологии это — явные или скрытые установки, которые преддетерминируют поведение человека, строят его из потребного будущего состояния вещей.

4.1.2. Бифуркации. Разветвления. Выбор

На уровне математического описания *бифуркация* означает ветвление решений нелинейного дифференциального уравнения. Физический смысл бифуркации таков: точка бифуркации — это точка ветвления путей эволюции открытой нелинейной системы. Поэтому саму нелинейную систему можно определить как такую, которая «таит» в себе бифуркации. Еще раз подчеркнем в связи с этим, что здесь описываются бифуркации при разной топологии воздействия на одну и ту же открытую нелинейную среду. А подавляющее большинство исследователей лишь меняют константы в уравнениях для среды (системы), в результате чего режимы становятся неустойчивыми и возникают бифуркации. То есть они получают бифуркации при изменении самой среды, — а не как результат внутреннего, имманентного развития процессов в заданной среде.

То, что называется в синергетике бифуркацией, также имеет глубокие аналогии в культуре. Фактически представления о бифуркации со-

¹ Конечно, мы тем самым привносим наш — эволюционный — смысл в названные системы философских взглядов. Однако такое резонирование синергетического мировидения и отдельных элементов философской системы Платона и Аристотеля, на наш взгляд, полезно. Оно позволяет без избитых ярлыков и стереотипов, по сути, вполне материалистически интерпретировать элементы их систем.

держатся уже в сказаниях и мифах народов мира. Когда сказочный рыцарь или добрый молодец стоит, задумавшись, у придорожного камня на развилке дорог, и выбор пути определяет его дальнейшую судьбу, то это является, по сути, наглядно-образным представлением бифуркации в жизни человека.

Приведем здесь интересный отрывок из воспоминаний А. И. Герцена, являющийся, по сути, описанием типичной бифуркации в жизни человека. «Всякий человек, много испытавший, — отмечает Герцен, — припомнит дни, часы, ряд едва заметных точек, с которых начинается перелом, с которых ветер тянет с другой стороны; эти знамения или предостережения вовсе неслучайны, они последствия, начальные воплощения готового вступить в жизнь, обличения тайно бродящего и уже существующего. Мы не замечаем эти психические приметы, смеемся над ними, как над просыпанной солонкой или погасшей свечой, потому что считаем себя несравненно независимее, нежели на деле, и гордо хотим управлять своей жизнью»².

Эту интересную мысль Герцен выразил в связи со своей собственной семейной драмой. Он пережил сильное потрясение, когда его жена Натали погибла. А все начиналось в общем-то с каких-то мельчайших переломных деталей, событий, может быть, взглядов или встреч, которые сначала, нагромождаясь как снежный ком, привели к семейным неурядицам, а затем к тяжелой болезни жены. Ее смерть от воспаления легких нельзя рассматривать как чисто случайную. Она была тесно увязана в общую цепь событий, в развитие сложных человеческих взаимоотношений. Этот этап личной жизни Герцена хорошо иллюстрирует, что самое незначительное событие может быть предвестником будущих поворотных событий в жизни человека, дуновением этого грядущего.

Наверное, каждый человек, поразмыслив о былом, согласится, что в решающих жизненных ситуациях перед ним открывалось, как правило, несколько дорог. Причем не всегда четко осознается, когда именно совершается этот решающий поворот. Часто только обернувшись назад, только *post factum*, человек может сказать, что именно тот день или даже час, тот разговор или встреча были определяющими, предрешили его выбор и тем самым его судьбу. Поистине прав С. Киркегор, что жизнь может быть понята только в обратном направлении, но она должна быть прожита — в прямом.

Наглядные представления бифуркаций, а в более общем плане — развиваемую здесь модель поля путей развития самоорганизующихся систем, можно соотнести с одним из древнейших архетипических образов человечества — образом мирового древа. Этот образ присутствует в мифологии практически всех народов Востока и Запада в самых различных культурно-исторических вариантах: «древо жизни», «древо познания», «древо восхождения», «столп мира», «генеалогическое (родословное) древо» и т. д. и т. п. Мировые древа — это различные версии модели органи-

² Герцен А. И. Собр. соч. М., 1975. Т. 6. С. 223.

зации мира, в которой интегрируются пространственные противоположности (верх — низ, небо — подземное царство). В этой модели снимаются и временные различия: прошлое, настоящее и будущее представляются синхронно, будь то в образе родословных связей (предки — нынешнее поколение — потомки) или в каком-либо ином³. То есть пространственно, конфигурационно, разворачиваются в настоящем все возможности временного хода событий.

Образ мирового древа довольно глубоко встроен в структуру каждой человеческой личности. Известно, например, что он всплывает на определенных этапах развития детской психики, т. е. связан с определенным онтогенетическим опытом. В некоторых особых состояниях человеческого сознания (медитирующем, мистическом и подобных состояниях) также обнаруживается данный образ.

В рационализированном виде этот образ широко используется в различных областях современной науки. Вспомним хотя бы лингвистику с ее разветвленными схемами происхождения, скажем, индоевропейских языков из некоего единого источника — соответствующего праязыка, протоиндоевропейского языка.

Эволюцию биологических видов также нередко представляют в виде эволюционного дерева. Оно наглядно демонстрирует поле ветвящихся путей эволюции живой природы. Прохождение через точки ветвления — сделанный «выбор» — закрывает другие, альтернативные пути, и открывает новые перспективы, делая тем самым эволюционный процесс необратимым. Эволюционное дерево в биологии, по существу, аналогично диаграмме бифуркаций в синергетике.

В социальных науках при изображении «лестницы» государственного устройства и управления, иерархических структур власти и социальных отношений — пирамид власти — также издавна применялись и сохраняют значение по сей день схемы, уподобляющиеся образу мирового древа.

А «древа поиска», выводящиеся на дисплеи современных компьютеров и позволяющие быстро ориентироваться в гипертекстах электронных книг и в сложных системах ссылок на страницах Интернета, — не потому ли они столь эмоционально привлекательны для пользователей компьютеров, что резонируют с бессознательными архетипическими образами типа «древа познания», выводят на поверхность то, что скрыто таится в человеческой душе?

4.1.3. Фракталы. Самоподобие процессов на различных уровнях. Монады

Фракталы, фрактальные объекты (или множества) — еще один любопытный феномен, изучаемый в синергетике. Фракталами называют такие объекты, которые обладают свойством самоподобия или, как еще говорят,

³ Топоров В. Н. Древо мировое // Мифы народов мира. М., 1980. Т. 1. С. 398–406.

масштабной инвариантности. Это означает, что малый фрагмент структуры такого объекта подобен другому, более крупному фрагменту или даже структуре в целом. Установлено, что природа довольно часто выражает себя во фрактальных формах, так сказать, пишет фрактальные узоры. Фракталы с наибольшей очевидностью можно усмотреть в формообразованиях живой природы. «В качестве одного из биологических примеров фрактального объекта указывают на легкие человека, в которых каждый бронх разветвляется на более мелкие бронхи, а те в свою очередь на еще более мелкие, причем каждое разветвление идентично по конфигурации, но отличается от других размером»⁴.

Очертания облаков, морских побережий и русел рек, поверхности порошков и других пористых сред, геометрия деревьев, листьев и лепестков цветов, артерии и реснички, покрывающие стенки кишечника человека — всё это фракталы. Норвежский физик Е. Федер показывает, что береговая линия Норвегии, изрезанная фьордами, представляет собой фрактальную структуру с размерностью $D \approx 1,52$.⁵ Это означает, что рисунок береговой линии не полностью хаотичен, а повторяется в различных масштабах. Кроме того, это, строго говоря, не линия и не поверхность, а нечто среднее. Так же как фрактальность структуры облака (характеризующейся обычно фрактальной размерностью, заключенной между 2 и 3) означает, что оно — не объем и не поверхность, а некоторое промежуточное образование. Фрактальная геометрия — это изящный и информационно-компактный способ описания сложного. Фракталы открывают простоту сложного.

Можно обнаружить укорененность этого вновь открытого свойства вещей в существующих образах культуры. В первую очередь можно сослаться на философские представления о монадности элементов мира. Каждая монада, по Лейбницу, отражает как в зеркале тотальные свойства мира в целом. Этот же образ присутствует в принципе восточной мудрости: «Одно во всем и все в одном». «Когда поднимается одна пылинка, в ней содержится вся земля. Когда распускается один цветок, раскрывается целый мир»⁶, — так гласит древнее чаньское изречение. Известны сентенции типа «какова семья, таково и общество», «каков человек, таков и социум». Согласно предположению академика М. А. Маркова, существует, возможно, элементарная частица, называемая фридмоном, которая заключает в себе мегамир.

С точки зрения современной науки восточный принцип «одно во всем и все в одном» есть всего лишь продуктивная метафора. Синергетика рационализирует и конкретизирует это высказывание, указывая область его применимости. Она открывает масштабное подобие как свойство отнюдь

⁴ Петухов С. В. Геометрии живой природы и алгоритмы самоорганизации. М., 1988. С. 17.

⁵ Федер Е. Фракталы. М., 1991. С. 16.

⁶ Афоризмы старого Китая. М., 1991. С. 36.

не всего мира, а определенного класса его объектов, вообще говоря, систем и сред, описываемых странными аттракторами. Метафоричность восточного образа подсказывает возможность такой разноуровневой всепроникающей связи в сложных системах. В таких системах разные уровни организации типа человек-общество или семья-социум могут повторять друг друга, а поэтому может открыться возможность определять характер процессов на больших масштабах, зная их ход на малых масштабах, и наоборот.

А что если попытаться применить язык фракталей и к продуктам сугубо человеческого труда, таким, скажем, как книга? Приведем замечательные слова Л. Флашена: «Книгу можно открыть на любой странице. Каждая ее страница содержит ее целиком»⁷. Здесь выражается своего рода фрактальный, или голографический, принцип применительно к тексту: его часть сохраняет свойства целого. Каждую страницу текста надлежит писать так, как если бы это была последняя страница. А равным образом следует стремиться к тому, чтобы каждую научную работу или каждое художественное произведение писать так, как если бы это было последнее произведение.

Речь идет о том, что в идеале каждая страница книги должна в свернутом виде содержать весь текст, должна нести в себе его проблемную напряженность, идейную наполненность, гармонию ритма и т. п. Тогда каждая страница предстает как монада, элемент красивой фрактальной структуры книги. Книга есть итог исследовательской работы и в своем роде не менее сложной работы по словесному оформлению результатов исследования. И как итог книга презентует тот опыт сознания, в котором объединены, существуют на равных правах фрагменты прошлого и настоящего, а также проекты будущего. «Все, что происходит в Книге, является одновременно первым и последним»⁸.

Если допустить определенную долю метафоричности, то всякий творческий акт в науке можно истолковать как фрактальный по своему характеру, т. е. как несущий в себе природу всей науки в ее истории. Наука, да и культура в целом, тоже пишет фрактальные узоры, каждая ее часть, каждое ее событие репрезентирует целое. Всякий исследователь в науке одинок, и путь его своеобразен и неповторим, и в то же время он возобновляет старые смыслы, опирается на давние традиции, в пределе — переделывает и повторяет все заново. То, как М. К. Мамардашвили изображает движение познающего разума в пространстве культуры, резонирует с синергетическим видением творческих актов, событий рождения нового знания. Послушаем, что он говорит: «Когда мы говорим о познании, мы имеем в виду, на мой взгляд, нечто такое, что в каждый момент существует и в каждый данный момент в своих продуктах исчезает. Это как бы мерцающая и, следовательно, имеющая собственные глубины (или “области”)

⁷ Флашен Л. Книга // Вопросы философии. 1990. № 6. С. 64.

⁸ Там же. С. 64.

точка, вокруг которой кристаллизуются все новые отложения-структуры, выстраиваемые нами затем в самостоятельный ряд над этими глубинами и их, конечно, скрывающие, “упоминающие”, как я сказал уже... Инновационный познавательный акт совершается лишь содержа и воспроизводя в себе — “в точке” — условия и внутренние связанности всей науки в целом. И в этом смысле познание все в настоящем⁹.

Как раз благодаря проблематичности, нежесткости сопоставления философского представления о монадности элементов мира и открытого синергетикой свойства фрактальности его объектов, оно в некоторых случаях может оказаться эвристичным. Метафора есть показатель локальной нелинейности текста или мысли, т. е. показатель открытости текста (мысли) для различных толкований и перетолкований, для резонирования с личностными смыслами читателя или партнера по диалогу. Это есть, по сути, одна из реализации связи синергетики с телом культуры.

Итак, мы видим, что синергетика тянет за собой целый шлейф образов культуры. Она резонирует со старыми и придает новые смыслы давним представлениям, идеям и символам. Она подчас вносит рациональные истолкования даже в архаические образы.

4.1.4. Вихрь порождающий

Еще одной доступной и эвристичной визуализацией сложных синергетических идей может быть, на наш взгляд, образ порождающего вихря. Это — образ не без поэтического оттенка, именно поэтому он общедоступен. В то же время вихрь — один из самых простых и наглядных типов структур самоорганизации, спиральных структур. Таковы структуры при термоконвекции; структуры, возникающие в некоторых видах химических реакций; вихревые формообразования и в атмосфере Земли (циклоны и антициклоны), и в космических масштабах (структуры спиральных галактик, каковой является и наша Галактика — Млечный Путь); формы раковин улитки или моллюска, рогов некоторых животных, перьев птиц.

В вихре есть некое порождающее начало, ибо в самом процессе рождения структуры заложена случайность. Структура инициируется случайностью. Или, иначе, через случайность формообразований рождается новое. Это понятно, поскольку вообще все, что рождается само (а именно таковы, *ex definitio*, структуры, возникающие в процессах самоорганизации), наверное, рождается через малое, через случайное. Но эта первоначальная случайность свертывается, снимается затем посредством механизмов резонансного возбуждения, генетического аппарата, биологической и социальной памяти, передачи из поколения в поколение инвариантов культуры.

⁹ Мамардашвили М. К. Культура и мысль // Философская и социологическая мысль. 1990. № 6. С. 33.

Возникающая структура, таким образом, первоначально вырастает из случайностей, из малых движений. Иными словами, структура строится на некоторой хаотической подложке. Макроскопическим проявлением этого хаоса являются диссипативные процессы, а именно: вязкость в течении жидкости, теплопроводность в самых различных процессах, конечная проводимость и т. д. И эти диссипативные процессы, распространяясь в пространстве и выедавая все «лишнее», порождают структуры.

Делаются попытки рассмотреть турбулентность вообще как организованное состояние, как совокупность структур (вихрей) малого масштаба. Турбулентное движение, как показывает Ю. Л. Климонтович, «характеризуется большим числом пространственных и временных масштабов. На фоне мелкомасштабного турбулентного движения могут выделяться и когерентные пространственно-временные структуры»¹⁰.

Мелкомасштабные вихри — это, вообще говоря, уже макроструктуры по отношению к процессам рассеяния, диссипации и соответствующим им на микроуровне хаотическим движениям атомов. Такого рода микровихри, в свою очередь, можно рассматривать как причины особых диссипативных процессов в макромасштабах среды с отрицательной вязкостью. На этих вихрях как на элементах среды строится некоторая новая среда — среда с более высокой нелинейностью. Предполагается, стало быть, что турбулентные вихри малого масштаба могут играть роль хаоса для крупномасштабных вихрей.

В ряде работ уровень мелкомасштабных вихрей рассматривается как среда с отрицательной вязкостью. Какой физический смысл вкладывается в последнее представление? Процессы в среде протекают настолько быстро, что реальная вязкость не успевает в ней работать. Более того, процессы идут как бы в обратном направлении: вместо размывания, рассеивания неоднородностей наблюдается их стягивание, усиление. То есть образ среды с отрицательной вязкостью фактически означает работу механизмов нелинейной положительной обратной связи.

Примеры такого рода явлений многочисленны. Шестигранные ячейки типа ячеек Бенара в различных средах формируются из малых случайных движений, подобных хаотическим гидродинамическим конвективным вихрям. Мелкомасштабные локальные атмосферные и океанические вихри (а «погода атмосферы» и «погода океана» тесно взаимосвязаны) возникают на хаотической основе движения атомов, а в среде этих мелкомасштабных вихрей формируются гигантские вихревые потоки, охватывающие полушария земного шара. Так, на всей акватории Атлантического океана в северном полушарии глубинная циркуляция направлена по часовой стрелке, а в южном полушарии аналогичная циркуляция направлена против часовой стрелки. И эта циркуляция определяет направленность множества известных региональных океанских течений типа Гольфстрима.

¹⁰ Климонтович Ю. Л. Турбулентное движение и структура хаоса. М., 1990. С. 21.

Механизм формирования и развития океанских вихрей исследует, в частности, Д. Г. Сеидов. Он показывает, как крупномасштабная циркуляция в нижних слоях океана «раскручивается» локальными вихрями верхнего слоя¹¹. Существуют аналогичные попытки смоделировать движение плазмы в ядре Земли в виде двух крупномасштабных вихрей.

Словом, с некоторой долей приближения и умозрения можно говорить о существовании вихреобразований, спиралевидных пульсаций разного порядка, на разных уровнях бытия. Спиральная структура в одном отношении есть вихрь порожденный — крупномасштабный вихрь, выросший, сложившийся на хаотической основе малых движений (вихрей порождающих). А в другом отношении — эта структура есть нечто порождающее: она в комплексе со своим окружением может служить хаотической подложкой, инициировать структурообразование на иных, более высоких уровнях вселенской организации. Все это сливается, объединяется, интегрируется на различных уровнях бытия в некий единый и диалектический режим движения универсума.

Подобную картину бытия строили некоторые античные мудрецы. Как рассказывает Сократ, они считали, что «вещи вращаются и несутся в каком-то вихре... Таковы уже вещи от природы: в них нет ничего устойчивого и надежного, но все течет и несется, все — в порыве и вечном становлении»¹². Так же и в космогонии Р. Декарта космические вихри служили основными механизмами формирования упорядоченного мира из первородного хаоса.

Уже здесь, при обсуждении образа порождающего вихря, проступает одна из важнейших идей представляемого в настоящей работе мировидения — *идея возможной иерархии сред*. Эта идея будет развиваться в дальнейшем, особенно в связи с близкими к синергетике идеями Востока и с принципами нового эволюционного холизма. Вместе с тем этот первый шаг нельзя оставить незамеченным. Стоит сформулировать целую серию мировоззренческих следствий, вытекающих из названной идеи.

Простейшие образования мира, простейшие структуры возникают сами по себе, спонтанно, как неустойчивости, в результате разрастания, усиления флуктуаций. А более сложные образования мира возникают, видимо, как дальнейшее развитие этих флуктуаций, как неустойчивости на более высоких уровнях бытия. Мир предстает в таком случае как иерархия сред, которые обладают разными свойствами (разными значениями констант, разными типами диссипативных процессов, разными нелинейностями).

Иерархия сред включает в себя в том числе и высшие — биологические и социальные — уровни. Например, биосфера, как ее рассматривал В. И. Вернадский, есть образ некоторой среды. Биосфера построена вовсе не из сложных форм, а в основном из простейших форм. Известна, ска-

¹¹ Сеидов Д. Г. Синергетика океанских процессов. М., 1989. С. 193.

¹² Платон. Кратил. 411 в-с. Сочинения. Т. 1. М., 1968. С. 452.

жем, масса биосферы. И в этом море простейших форм, как в некой среде, купаются, развиваются существа растительного и животного мира, в том числе и сам человек. Он окутан этим морем простейших форм и даже пронизан ими, соткан из них, до определенной степени управляем ими. Вспомним, например, стихию болезней. Это они «едят» человека. Но будучи взращен на этом море, он все же возвышается над ним, представляя собой нечто более сложное.

Каков путь к более сложному? Для того чтобы создавать все более сложные структуры, надо, исходя из рассматриваемой упрощенной модели, создавать среды с разными нелинейностями. Разным нелинейностям соответствуют разные типы структур. Причем усложнение организации, возникновение все более сложных объединений простых структур связано с увеличением степени нелинейности.

На основе развиваемого здесь мировидения, можно предположить, что существует некая среда, способная создавать порядка 200 типов атомов. Способы объединения простых (элементарных) структур в более сложные (атомы) определяются собственными функциями этой нелинейной среды. А для создания, скажем, живого организма нужно объединить уже 10^{12} – 10^{15} клеток, являющихся своего рода атомами другой, более сложной нелинейной среды. Да и сама клетка есть сверхсложная организация, содержащая внутри себя целые «фабрики» производства белка, механизмы ассимиляции и деструкции, обмена, дублирования (ДНК) и т. д.

Зарождение жизни предстает, с такой точки зрения, как развитие неустойчивости соответствующей сплошной нелинейной среды, — среды, в которой нет организмов, а только химизм. И именно в результате такого рода неустойчивости происходит фундаментальное нарушение симметрии правого и левого (у аминокислот и сахаров), которое связывают с появлением свойств живого. Есть основания думать, что мы нащупываем аналогии этому процессу. Четные и нечетные нестационарные структуры нелинейной среды эволюционируют по-разному, симметрия четного и нечетного нарушается¹³. Нечетные функции по мере стремления LS-режима к S-режиму вырождаются в одну с центральным максимумом, а четные как бы отходят от центра, образуя при этом пустоту. Это любопытно, ведь еще древние говорили, что «все сложное в мире устроено как полый сосуд, как пустой, незаполненный кувшин».

От синергетики, разумеется, нельзя требовать объяснения всех типов структур, размеров и форм живого и неживого. Но она ищет объяснение общих принципов эволюции мира — принципов усложнения, ускорения и экономии. Она рассматривает эволюцию мира как эволюцию нелинейных иерархически субординированных сред. Эволюция предстает как создание все более сложных нелинейных сред, способных объединять все большее количество простых структур и создавать все более сложную организацию.

¹³ См. параграф 5.3.3 и определения S- и LS-режимов в глоссарии.

Далее, каждая новая среда с новыми свойствами, с новыми нелинейностями обладает своим *спектром форм*. Идея о спектре форм физической, химической, биологической, социальной и другой организации зарождается уже здесь. Она возникает как дериват развиваемого представления о возможной иерархии сред.

Иерархия сред, по-видимому, связана с созданием все более сложного спектра форм организации (структур). Причем становление все более сложных форм организации мира сопровождается повторением (разумеется, не полным, а смазанным, расплывчатым) не одной структуры, а целой серии исторических эволюционных форм, тех форм, которые имели место на предыдущих стадиях эволюции мира. Воспроизведение в индивидуальном развитии спектра исторических эволюционных форм мира — это синергетическая переинтерпретация известного принципа «в онтогенезе повторяется филогенез». Так, разные стадии зарождения и развития цыпленка, вырастающего в среде сложных белковых молекул яйца, соответствуют стадиям развития живого в мире вообще. Так же и развитие человеческого зародыша имеет промежуточные формы, например, когда у него есть жаберные щели.

Еще одно мировоззренчески значимое следствие — идея о чередовании макроописания и рассмотрения микропроцессов, идея о связи с микро. Каждая структура связана со своей микроподложкой, с соответствующими хаотическими процессами на нижележащем уровне, обнаруживающимися на макроуровне в виде диссипации. Естественно поставить вопрос: возможна ли связь всех этих сред (уровней, слоев иерархической организации) с неким общим основанием — с прасредой? Возможна ли связь через несколько уровней организации?

Оставим пока эти вопросы открытыми. Важна сама их постановка. Отметим только, что известно существование чего-то похожего для фракталей, характерных для странных аттракторов. Масштабная инвариантность фрактальных объектов может проступать не сразу, а только через несколько уровней организации. Похожесть, самоподобие структур и форм организации мира может обнаруживаться через некоторое количество промежуточных форм.

И, наконец, идея о темпах эволюции. Эволюция мира есть не просто создание все усложняющихся структур, но и изменение темпов эволюции. Восходя по ступеням сложности от неживого к живому и от живого к человеку, процессы все более плотно «упаковываются», свертываются, их ход ускоряется. То, что происходит во Вселенной за десятки миллиардов лет, за год Брахмы, как полагали индуисты, укладывается в день и ночь человека.

Здесь важна сама идея — убыстрение хода процессов, т. е. увеличение их темпа, при сохранении того же колебательного режима, с тем же смыслом, что и на нижележащих уровнях бытия. Только если современная наука идет от изучения законов эволюции Вселенной к человеку и социуму, то индусы избирали противоположный путь. Имея в качестве

лаборатории свой мозг и свое сознание, сложные образы используемой природы и социальной практики и проводя в течение тысячелетий эксперименты над ними, они шли от сложного — живой природы, человека — к мертвой природе, к атому и Вселенной. Изучая человека как микрокосм, они пытались понять ход процессов в мире в целом.

Вернемся к образу порождающего вихря. Этот образ внутренне диалектичен и переключается с некоторыми символами, восходящими к глубокой древности, даже к представлениям пралюдей. Один из такого рода символов, встречающихся в изображениях еще верхнего палеолита, — свастика.

Свастика по своей форме напоминает спираль, а в особенности спиралевидную форму типа рукавов нашей Галактики. Кроме того, свастика у древних была символом солнца, света и щедрости. А солнце, как мы знаем сегодня, с известным приближением (а именно на протяжении того времени, пока не истощились источники горючего для термоядерных реакций в его недрах) можно рассматривать как открытую систему, т. е. как принадлежащую к тому классу систем, в которых возможны процессы самоорганизации. Следовательно, за образом свастики можно усмотреть некое интуитивное чувство древних о связи между определенными формами (структурами) мира и внутренними неиссякаемыми источниками, из которых эти структуры возникают.

Можно вспомнить также волшебную птицу Феникс из греческой мифологии, сжигающую себя и тут же возрождающуюся из пепла, — символ вечного времени, обновления и возрождения. С этим античным образом резонирует колебательный режим, свойственный процессам самоорганизации в средах с сильной нелинейностью. Об этом режиме мы будем говорить впоследствии.

Образ порождающего вихря можно мысленно связать также с Пурушей из индийской мифологии — символом перехода от единой и совершенной целостности к множественной и разноликой расчлененности. Здесь в фокусе внимания оказывается проблема локализации: механизма возникновения структур, в особенности появления определенных форм, конфигураций этих структур, в сплошной нелинейной среде.

Согласно одной из версий, «традиционный китайский символ инь и ян... предстает в виде диска, разделенного на две равные половины, но в качестве разделяющей линии здесь выступает змееобразная кривая (перевернутое S), и подсказываемая антитеза имеет и ряд смежных коннотаций, главные из которых могут быть обозначены на языке такими парами, как **светлый — темный, мужской — женский, жизнь — смерть, знание — незнание**»¹⁴.

В таком случае можно усмотреть некоторые элементы подобия графики символа инь-ян графике спиралевидных форм: с двумя пространственно зафиксированными рукавами спиралей вихря или с двумя различными

¹⁴ Уилрайт Ф. Метафора и реальность // Теория метафоры. М., 1990. С. 104.

временными стадиями его развития. За всеми этими визуализациями просвечивает некий единый архетипический образ.

Вихрь важен как символ начала всякого процесса движения, символ процесса спонтанного и самостийного рождения нового и связи микро- и макрокартин бытия. Всякое начало трудно. Оно трудно и в онтологическом, и в гносеологическом, и в логическом смыслах. Историю наблюдаемой Вселенной мы достаточно хорошо понимаем лишь начиная с первой сотой доли секунды. Серьезные трудности возникают при объяснении начала биологического, жизни на Земле, а также происхождения человека как homo sapiens, истоков социального вообще. И не менее трудно начало знания. То, что появляется на поверхности, вербализуется, представляет собой лишь слабые следы подспудной творческой работы духа. Как из этих знамений, отголосков, следов составить полную бытийную картину творчества? Предупреждения на этот счет можно найти в «Агни-йоге»:

Слушайте про мощь духа — сила его неисчерпаема.

Слово — лишь ничтожная часть.

Вихрь — лишь преддверие движения.

Снег — лишь вестник холода.

Зарница — лишь око грозы.

Слова — лишь пыль удара творческой мысли¹⁵.

4.2. СИНЕРГЕТИКА НА ПЕРЕКРЕСТКЕ КУЛЬТУР. СИНЕРГЕТИКА И ВОСТОК

Дальнейший ход разворачивания широкого культурного контекста синергетических исследований приводит к постановке следующих вопросов. С одной стороны, каким образом синергетика со всеми ее мировоззренческими и культурологическими предпосылками, следствиями и коннотациями может быть вписана в систему культуры, адаптирована к ней? Как определить релевантную ее мировоззренческому потенциалу «когнитивную нишу» в теле культуры? Как надлежащим образом оценить ее место в спектре культурно-исторических и мировоззренческих традиций? С другой стороны, как синергетика, погружаясь в культуру, видоизменяет, модифицирует саму культурную среду? Какие новые или прежние неявные, молчаливо поддерживаемые связи и контуры она резонансно высвечивает в этой среде?

Прежде всего обращает на себя внимание некая принципиальная родственность синергетического образа мышления с восточным типом мышления и мировосприятия. Для Востока, в первую очередь для Индии и Китая, свойственен принципиально иной, отличный от западного, цело-

¹⁵ Агни-йога: Листы сада Мории. Новосибирск, 1990. Т. 1. С. 87.

стный образ мышления, характеризующийся, в частности, недואльным принципом мышления постижения противоположностей. Поразительно, что это, чуждое недостатков аналитического, логицистского подхода мировосприятие восточного человека совпадает (причем в ряде вполне конкретных случаев) с принципиальными элементами синергетического мировидения. Ряд таких конкретных совпадений, а также примеры недואльного мышления будут рассмотрены нами в данном разделе.

Почти наш современник Шри Ауробиндо, создатель оригинальной йогической системы (так называемой интегральной йоги), говорит о тонких нитях, связывающих прогресс науки и сокровища древневосточной мудрости, заключенные в Ведах: «Даянанда утверждает, что в ведических гимнах можно найти истины современного естественно-научного знания... Я хотел бы добавить к этому, что, по моему убеждению, Веда содержит в себе, кроме того, ряд таких истин, которыми еще не обладает современная наука»¹⁶. Такого рода высказывания есть преувеличения реально-го положения дел. Но вместе с тем они отражают и реальный момент, а именно избыточность содержания классических образов ведийской мудрости, классических философских текстов вообще, по отношению к тому знанию, которым оперирует наука каждой исторической, в том числе и современной нам, эпохи.

Проиллюстрируем эту избыточность содержания Вед лишь на одном примере. В наши дни довольно активно ведется поиск путей к единству в самых различных областях науки и практики: к единству фундаментальных физических взаимодействий и выражению их единой теорией, к единству различных наук, к единству науки и искусства (в частности, компьютер уже стал инструментом художника), к единой глобальной организации стран мирового сообщества и т. д. Любопытно, однако, что сама установка на единение была довольно четко выражена уже в заключительном гимне Ригведы, в этой, кстати, самой древней из четырех Вед. В «Гимне единению», в частности, провозглашается¹⁷:

*Вместе собирайтесь!
Вместе договаривайтесь!
Вместе настраивайтесь в ваших помыслах...
Единым (да будет) ваш замысел,
Едиными — ваши сердца!
Единой да будет ваша мысль,
Чтобы было у вас доброе согласие!*

Синергетика, погружаясь в среду культуры и получая признание как новая научная парадигма и новый образ видения мира, может подчерк-

¹⁶ Aurobindo Sri. Bankim — Tilak — Dayananda. Calcutta, 1947. P. 57.

¹⁷ Ригведа. Избранные гимны. М., 1972. С. 264–265. Некоторые аспекты построения сложной социальной организации будут обсуждаться в последующих разделах этой книги.

нута нечто из многослойных пластов культуры очень избирательно. Она резонирует с теми мировоззренческими традициями, которые отвечают ее собственным принципам, установкам, наполняя их при этом новым конкретным содержанием.

Синергетика заставляет нас переоткрыть, по-новому осмыслить некоторые принципы восточного мировосприятия. Отметим здесь лишь основополагающие идеи Востока, получающие конкретные переинтерпретации в синергетике.

4.2.1. Всё во всём

Прежде всего это — идея единства и согласованности мира, единой всепроникающей связи всего со всем. Согласно буддийским, даосским, синтоистским умонастроениям, каждая мельчайшая частичка Вселенной — это особый мир, одухотворенный своей собственной жизнью и в то же время жизнью всеобщей, единотворной со всем другим в универсуме. Она в некотором смысле тождественна, равнозначна с другими, малыми и большими фрагментами Вселенной. Каждая частица несет в себе искру вселенского духа, причастна тотальности безличного космоса¹⁸. На философском языке это универсальное свойство выражается как свойство монадности элементов мира.

В буддизме идея о связи всего со всем представлена прежде всего в теории дхарм. Дхарма — основное понятие буддийского мирозерцания, которое чрезвычайно многозначно. Оно используется для обозначения и «носителей» (неких субстратов) и «несомых» (отношений и качеств). Во-первых, дхармы составляют некий единый и непрерывный поток переходящих элементов бытия. Во-вторых, дхармы зависимо друг от друга мгновенно рождаются и умирают, причем они, как правило, действуют совместно, объединяются в конгломераты. «С точки зрения буддийской системы все элементы — дхармы — являются чем-то однородным и равносильным; все они между собой связаны...»¹⁹.

«Перед нами картина мира как волнующегося океана, как волны из глубины, постоянно откуда-то выкатываются отдельные элементы жизни. Эта волнующаяся поверхность представляет собой, однако, не хаос, а повинуетя строгим законам причинности. Одни элементы постоянно появляются в сопутствии с другими, одни так же непрерывно следуют за другими. Это учение “о совместно-зависимом рождении элементов” является самым центральным пунктом всего буддийского мировоззрения. Оно неразрывно связано... и с распылением всего сущего на отдельные эле-

¹⁸ «Природа Будды, — разъясняет, например, Т. П. Григорьева, — не знает делений на высшее и низшее: всё в мире равнозначно, былинки и Вселенная, монарх и цветок. Каждая вещь содержит в себе абсолют в полной мере» (Григорьева Т. П. Японская художественная традиция. М., 1979. С. 127).

¹⁹ Розенберг О. О. Труды по буддизму. М., 1991. С. 128.

менты, и с ежемгновенным следованием одних комбинаций элементов за другими»²⁰.

Восточную идею о единой глобальной связи всего со всем, о всепроникающей когерентности элементов мира, разумеется, нельзя понимать прямолинейно, упрощенно. Для ученого представляет интерес метафорический смысл этой идеи. В синергетике мы, действительно, нащупываем некую внутреннюю связь элементов мира. Она осуществляется через малые воздействия, флуктуации. Последние могут проникать на иные уровни организации и оказывать влияние на картину процессов на них. Через флуктуации можно наметить связь разнокачественных уровней бытия. Но синергетика очерчивает границы истинности этого утверждения. Малые воздействия могут всплывать с нижележащих уровней не всегда, а лишь в определенных типах сред, в таких, которые способны с нелинейной положительной обратной связью их усилить.

Более того, и это не является достаточным условием для возникновения макрожизни микрофлуктуаций. Существуют такие режимы с обострением, когда рассеивающий (в частности, диффузионный) фактор интенсивнее фактора, создающего неоднородности (работы источника). Это — так называемый *HS-режим*, режим неограниченно распространяющейся волны. В этих режимах развития процессов в средах все малые флуктуации замыкаются, стираются, не могут прорваться на макроуровень. Лишь когда работа нелинейного источника намного превышает рассеивающий фактор, имеет место локализация: микрофлуктуации обретают макроскопическую жизнь. Это — так называемый *LS-режим*, режим локализации структур в открытой нелинейной среде.

4.2.2. Потенциальное и непроявленное

Одна из наиболее мощных идей Востока, которая присутствует также в учениях античных греков, — идея потенциального и непроявленного. Гармоничное устройство мироздания — Космос — рождается из первородного Хаоса, Бытие — из Небытия, являющиеся человеку феномены — из неограниченной в своих потенциях бездны.

Примечателен в особенности образ Небытия. Небытие — это потенциальное, непроявленное, неоформленное. Это — непреходящая всерождающая и всепоглощающая основа вещей. А Бытие, — напротив, актуальное, проявленное, оформившееся, это — временная, преходящая манифестация Небытия.

Согласно «Ицзин» — китайской «Книге перемен», «ситуации как бы выплывают из Небытия, и повинувшись строгому ритму мирового развития, исчерпав себя, возвращаются в Небытие»²¹. Подобная картина рисуется

²⁰ Щербатской Ф. И. Философское учение буддизма // Восток-Запад: Исследования. Переводы. Публикации. М., 1989. Вып. 4. С. 232–233.

²¹ См.: Григорьева Т. П. Цит. соч. С. 64.

и в древнекитайском памятнике «Хуайнаньцзы»: «Небытие и бытие переходят друг в друга, повинувшись двустороннему движению туда-обратно, но между небытием и бытием нет существенной разницы, бытие — лишь временная манифестация небытия»²².

Любопытно также, что Небытие, хотя и трактуется как бесформенное, но, по сути дела, оно бесконечно богато формами, правда, еще не реализовавшимися, находящимися в процессе становления. Небытие имплицитно, неразвернуто, небытийно содержит в себе все, все формы.

«Небытие, Пустота лишены формы, но все таят в себе. Пустота — условие существования вещей, дает им обрести свою природу»²³. Как поясняет Т. П. Григорьева, правильный перевод «небытия» (в японской традиции «мукэйбуцу» буквально означает «вещь, не имеющая формы») свидетельствует о том, что «в невыявленной форме все уже есть»²⁴. «Небытие — не раскрывшееся, не ставшее еще бытие, как бы “добытие, а не послебытие”. Небытие — зерно жизни, еще не дерево, еще не плод, но уже содержащее в себе потенцию дерева, потенцию плода. Недаром Тайцзи (Великий предел, абсолют) изображают в виде круга, две изогнутые половины которого, светлая — ян и темная — инь, напоминающие зародыш, готовы перейти одна в другую». Небытие — это то, «откуда все произрастает как из вселенского зерна»²⁵.

В связи с этим небезынтересно, что в мифах Древней Греции и в учениях античных мудрецов хаос рассматривается не просто как безликая бездна, бесформенное первоначало всех мирских творений, а как универсальный творческий принцип, потенциально, в свернутом виде содержащий в себе все образцы (формы) становления. «Античная мысль вообще, — отмечает А. Ф. Лосев, — двигалась в направлении тех формул, которые можно было бы привлечь для характеристики Хаоса как принципа становления. Стали замечать, что в Хаосе содержится своего рода единство противоположностей: Хаос все раскрывает и все развертывает, всему дает возможность выйти наружу; но в то же самое время он все поглощает, все нивелирует, все прячет вовнутрь. Образ Хаоса в виде двуликого Януса, выступающего как творческое начало, имеется у Овидия... Янус своей собственной рукой все открывает и закрывает, являясь как бы мировой дверью. Он может развернуть мир во всей его красоте и может предать его уничтожению»²⁶.

Все приведенные выше выдержки и толкования древних учений свидетельствуют о том, что образ Небытия или первородного Хаоса во многом совпадает с нашим пониманием нелинейной среды, в которой в потенции, в непроявленном виде скрыт спектр всех возможных в данной среде форм, спектр структур-аттракторов эволюции.

²² См.: Григорьева Т. П. Цит. соч. С. 69.

²³ Там же. С. 66.

²⁴ Там же. С. 69–70.

²⁵ Там же. С. 81.

²⁶ Лосев А. Ф. Хаос // Мифы народов мира. М., 1982. Т. 2. С. 580.

Восточные идеи о всеобщей связности, единстве всего в мире и о циклическом перетекании друг в друга Небытия и Бытия (непроявленного и проявленного) могут резонировать с синергетическими моделями еще одним способом. Можно предположить, что существует некая прасреда, в которой выросли все остальные наблюдаемые и изучаемые среды. Тогда все среды, с которыми мы имеем дело в жизни и научном эксперименте, предстают как некоторые флуктуации (возмущения), видимые нами проявления (модификации) этой единой подложки — прасреды. Поэтому все видимые среды оказываются связанными друг с другом через эту прасреду. То есть единство мировых сред, систем и их элементов, возможно, есть единство их происхождения, общий корень, из которого все они произрастают. А когерентность природного мира можно трактовать не как взаимодействие всего со всем и независимость всего от всего, а скорее, как связанность опять-таки через единое начало в прасреде и возможное — в случае колебательного режима — возобновляемое погружение в нее вновь.

Что касается среды сознания, то здесь буддизм тоже предполагает существование некоего прасостояния, особого первичного состояния, которое обозначается как «алая-виджняна», «читта» или «манас». Это — сознание-вместилище, сознание, «содержащее остальные дхармы в виде семян или зародышей»²⁷. Согласно более поздним версиям буддизма, всякое существование с необходимостью считается ментальным. Поэтому прасреда универсума, по существу, отождествляется с потенциально бесконечно богатым и неразвернутым состоянием сознания-сокровищницы. «Вся Вселенная, реальный мир представляется состоящим из бесконечного множества возможных идей, которые находятся как бы в “дремлющем” состоянии, в сокровищнице сознания»²⁸. К образу сознания-сокровищницы мы будем неоднократно обращаться в дальнейшем изложении.

4.2.3. Ритмы инь-ян. Вечное возвращение

Идея цикличности, вечного возвращения — ещё одна созвучная синергетике идея Востока. В индийских Ведах и в буддизме это сансара — повторяющийся цикл рождения и смерти, связанный с изменением местопребывания в универсуме, а также ритмы смены режимов существования инь-ян. Образ вечного возвращения не означает абсолютного повторения, полного замыкания цикла. Согласно буддийскому мирозерцанию, карма есть «содеянное», «сумма деяний», закономерные последствия любой материальной деятельности человека в этом мире. Предполагается, что карма имеет тенденцию накапливаться и все больше втягивать человека в «колесо жизни», в поток материального существования и круговорот рождения и смерти.

²⁷ Розенберг О. О. Цит. соч. С. 153.

²⁸ Щербатской Ф. И. Избранные труды по буддизму. М., 1988. С. 66.

Всякий раз имеет место возвращение со своей кармой, со всем «накопленным бременем зла», которое «надлежит искупить». Буддийское представление о карме сближается с учениями о возмездии в других религиях. Если удастся снять это бремя грехов, освободиться от уз материального бытия, то совершается переход от страдальческого бытия в этом мире к блаженству в ином.

Циклический закон эволюции развернуто представлен в мировоззрении Вивекананды. «Вивекананда часто настаивает на родстве современных эволюционных теорий с теориями древней ведантической метафизики и космогонии, — отмечает Ромен Роллан во «Вселенском евангелии Вивекананды», которое можно по праву считать одним из лучших в истории культуры толкований восточных текстов. — ...Эволюция предполагает в ведантизме, в качестве своего аналога (или контрфорса), инволюцию, как и она, периодическую. Вся индусская мысль по своей сущности основывается на теории циклов. Движение вперед представляется в виде последовательного ряда волн. Каждая волна поднимается и снова спадает; за каждой волной следует другая, которая тоже поднимается и спадает»²⁹.

Восточный символ ян-инь неповторимо толкует К. Юнг, тесно связывая его с эволюцией-инволюцией и с сознательным-бессознательным. В противоположность ян, инь есть темное, женское, связанное с Землей, «которое эмоционально и инстинктивно возвращает в глубину времени и вниз — в лабиринт физиологического континуума». И несколько ниже: «Мудрые китайцы сказали бы: “Когда ян достигает величайшей силы, темная мощь инь рождается в его глубине, ибо ночь начинается в полдень, когда ян слабеет и начинает изменяться в инь”»³⁰.

Зерно — это инь, это сплошная потенциальность и устремленность, а растение — ян. Инь — это подсознательное, невербализованное, ян — это осознанное, вербализованное. Самодвижения, автоколебания инь-ян, переключения их без всякой внешней силы доступны прямому перетолкованию в синергетике.

Конкретная аналогия с синергетикой в данном случае состоит в ее утверждении, что существуют некие универсальные, свойственные и живому и неживому, законы ритма, циклической смены состояний: подъем — спад — стагнация — подъем и т. д. Только следуя «ритмам жизни», колебательным режимам, системы могут поддерживать свою целостность и динамично развиваться.

Согласно одной из космологических моделей, наблюдаемая нами Вселенная осциллирует: ее раздувание сменяется схлопыванием. Эта модель, с точки зрения заложенных в нее общих принципов, согласуется с предполагаемым в синергетике сценарием развертывания событий. Что касается ритмов человека, то это смена его сна и бодрствования, или же чередование подъемов и спадов его творческой активности.

²⁹ Роллан Р. Собр. соч. Л., 1936. Т. 20. С. 61.

³⁰ Jung C. G. Psychology and the East. London, 1986. P. 11, 15.

Далее будет показано, что эволюция науки также невозможна без инволюционных течений. Индивидуальный человеческий разум не только развивается, но и деградирует. Новые научные идеи не только развертываются и завоевывают умы научного сообщества, но и — со временем — вырождаются, искажаются и догматизируются.

Стоит пояснить соответствующий новому мировидению механизм существования и самоподдержания структур в открытых нелинейных средах — механизм, глубоко аналогичный восточному образу инь-ян. При определенных условиях устанавливается режим локализации, оформления структур в открытой нелинейной среде — *LS-режим*. Этот режим держит хаос в определенной форме. Но, оказывается, развитые локализованные структуры неустойчивы к хаотическим флуктуациям на микроуровне. Малые возмущения нарушают синхронизацию темпа развития процессов внутри разных фрагментов сложной структуры, и эта структура начинает распадаться. Процессию распада можно избежать, если вовремя (опять-таки за счет хаоса, флуктуаций) происходит перескок на иной, противоположный режим. Это — *HS-режим*, режим «неограниченно разбегающейся волны», возобновления процессов по старым следам. Распад (хотя бы частичный) сменяется объединением, максимальное развитие неоднородностей — их замыванием, сглаживанием, подобно тому как день сменяется ночью, как чередуются ян и инь.

Тем более, что в восточных учениях можно найти прямые свидетельства о том, что циклы переключения инь-ян уподобляются чередованию волн расхождения и схождения. «Двуединая природа абсолюта, взаимопроницаемость и взаимодополняемость центробежного *инь* и центростремительного *ян* (*инь* как бы обволакивает *ян*) образуют интровертную модель»³¹, — отмечает Т. П. Григорьева. Инь, или *HS-режим*, олицетворяет непроявленность, нерасчлененность, интегральность, синтез (структур, процессов). А ян, или *LS-режим* с обострением, олицетворяет проявленность, расчлененность, дифференциацию, тенденции к распаду (структур, процессов).

Существование двух противоположных режимов — фундаментальный результат, полученный для широкого класса уравнений. И уже известна причина возможных колебаний. Это — сильная нелинейность. Сильная нелинейность объемных источников системы (среды) независимо от конкретной природы размывающих факторов, будь то рассеяние тепла, распространение инфекционных болезней или знаний, приводит к чередованию во времени этих, дополняющих друг друга, режимов.

Необходимо уточнить, что в результате вычислительных экспериментов (на компьютерах) получено и исследовано только переключение с *HS*- на *LS*-режим. Обратное переключение (с *LS*- на *HS*-режим) можно рассматривать лишь как гипотезу, как результат теоретического моделирования. Кстати, это — пример эвристического влияния Востока на синер-

³¹ Григорьева Т. П. Цит. соч. С. 103.

гетику, индуцирования восточным мировосприятием синергетических идей.

Если имеет место сильная нелинейность и положительная обратная связь в объемных источниках, то на фазовой плоскости есть две области, где решение существует в малом и целом. Решение в малом — это режим с обострением, неустойчивый к малым флуктуациям. А решение в целом — это устойчивый к малым флуктуациям режим, существующий на оси времени от нуля до бесконечности. Сменяя друг друга, происходят то отпадение от целого — то включение в него, то дифференциация и самоопределение частей — то слияние их с целой сложной структурой. И оба противоположно направленных процесса нужны, дополняют друг друга, взаимно переливаются друг в друга. Возможность их переключения при сильной нелинейности позволяет отодвинуть временную границу существования сложной структуры, связанную с моментом обострения.

Усиление нелинейности среды и возникновение колебаний между двумя решениями, возможно, являются свойством структур живого, в отличие от мертвых структур, которые в средах с меньшей нелинейностью кончают свою жизнь «радиоактивным» (вероятностным) распадом. Для них нет колебательных режимов, жизнь их ограничена моментом обострения.

В HS- (обычном — без обострения) режиме происходит расплывание процесса преимущественно по старым следам, так как проводимость (теплопроводность) участков среды со старыми следами из-за нелинейности коэффициентов проводимости (теплопроводности) существенно выше, чем «холодных» областей остальной среды. Но все-таки расплывание, хотя и слабо, осуществляется и в холодную среду, тем самым раз от раза, с повторением циклов, структура все более симметризуется, ее форма вырождается из сложной в простую. Поэтому хотя замыкание циклов взаимного переключения противоположно направленных режимов намного продлевает «жизнь» структуры (системы) с сильной нелинейностью, однако оно не может сделать ее бессмертной, непреходящей.

Исходя из общих принципов синергетического мирозидения, имеет смысл поставить задачу поиска такого рода противоположно направленных процессов и для биологических организмов, и для человеческой жизни, и для социальной организации. Причем эти режимы (процессы) разделены по времени. Идея разделения по времени противоположных начал, дополняющих друг друга процессов, фундаментальна в излагаемом синергетическом подходе к общим принципам организации мира.

Для клетки это — жесткий, доказанный факт. Внутри нее протекают процессы синтеза и распада, ассимиляции и деструкции. В клетке накапливаются вещества, которые потом сжигаются для конструктивного самодостраивания. Структуры разрушаются и накапливается энергия, а затем, расходуя эту энергию, клетка строит свою архитектуру. Эти разнонаправленные процессы протекают не одновременно, а разделены по времени. Смена режимов составляет собственный ритм, биологические часы клетки.

Встает вопрос о возможной применимости этого подхода и к человеку. Смена состояний человека подвержена ряду ритмов. Они касаются не только физической стороны его бытия в мире (жизненно необходима смена его сна и бодрствования). По-видимому, могут наблюдаться и своеобразные пульсации, ритмы его социальной активности. Для человека, пожалуй, нет ни полного индивидуализма, ни полного растворения в социальных связях. Лишь младенец и беспомощный старик выпадают из большого социума. Их социальное поведение (становящееся у младенца и угасающее у старика) ограничено ближайшим окружением. У взрослого человека эти противоположно направленные тенденции поведения, вероятно, разделены во времени. Часть времени человек живет как индивидуум, проявляет свое собственное Я, противопоставляет себя целому (семье, коллективу, человечеству), а другую часть времени он стремится стать частью целого, слиться с ним.

Вековые наблюдения за сменой состояния человеческого бытия в универсуме привели восточных мудрецов к заключению, что когда человек бодрствует, он выпадает из космоса, а когда спит, растворяется в нем. Величайшая тайна йоги — это сон без сновидений. «Когда человек спит и не видит снов, всякая активность исчезает. Она возвращается при пробуждении. Чем же заполнен этот интервал? Ответ на этот вопрос Упанишады и считают раскрытием высшей тайны»³².

Сон без сновидений — это особое состояние, соответствующее максимальной непроявленности, или минимальной проявленности, свойств человеческой природы. «Если движение в мире идет обычно от непроявленного к проявленному, то возможен и противоположный процесс. В применении к активности индивида это означает, что максимальной выраженности жизненных сил в состоянии бодрствования должна соответствовать на другом конце стадия, когда все силы собраны в одно нерасчлененное и покоящееся целое. Эмпирическим выражением этого является сон без сновидений»³³. Предполагается, что пребывая в этом состоянии, человек касается в определенных своих внутренних частях абсолютного и совершенного будущего. Осуществляется его связь с целым, с Единым, с телом бога. Человек как бы подключается к отдельным вселенским связям и событиям, непосредственно регулируется ими.

Это любопытно, ибо состояние отождествления человека с объективной познаваемой и изображаемой картиной бытия сродни состояниям эмпатии художника, высшим состояниям творческого духа. Это — наиболее полное проявление резонанса человека с миром, о котором пойдет речь в седьмой главе.

«Когда человек, уснув, не видит никакого сновидения, то он достигает единства в этом дыхании. В него входит речь со всеми именами, входит глаз со всеми образами, входит ухо со всеми звуками, входит разум со

³² Культура древней Индии. М., 1975. С. 99.

³³ Там же. С. 100.

всеми мыслями. Когда он пробуждается, то подобно тому, как из пылающего огня разлетаются во все стороны искры, так из этого Атмана разлетаются по всем местам жизненные силы, из жизненных сил — боги, из богов — миры», — так изображается это состояние в Каушитаки Упанишаде³⁴.

Касание Единого, декларируемое в восточных учениях и связываемое со сном без сновидений, составляет трудноразрешимую и подверженную многочисленным перетолкованиям загадку для востоковедов. А синергетические модели позволяют несколько приоткрыть завесу над этой тайной. Согласно синергетическому пониманию, сну без сновидений соответствует HS-режим охлаждения — режим бесконечного растекания от центра, режим неограниченно разбегающейся волны. В этом режиме, как мы покажем далее, процессы в центре сегодня протекают так, как они будут протекать во всей структуре в абсолютном будущем (при $t \rightarrow \infty$). Находясь в этом состоянии, человек внутри себя сливается, идентифицируется с состоянием абсолютного будущего вселенской организации. Происходит некоторая гармонизация, сверка наличных процессов с целью, с будущим порядком.

Идея колебательных режимов для сред с сильной нелинейностью и связь этой идеи с восточным символом инь-ян — одна из центральных. По всей вероятности, цикличность процессов в открытых нелинейных системах, чередование режимов, внутренние ритмы глубоко связаны с самой возможностью существования структур как организованных форм, преодолевавших режим распада (при $t \rightarrow t_f$, где t_f — время обострения).

«Ритмы жизни» открытых нелинейных систем имеют особенность, через которую также просвечивает конгруэнтность синергетического и восточного видения мира. В самых простых системах собственные функции имеют наиболее ярко выраженные пространственные колебания: высокие подъемы и сильные спады. Чем более высокоразвита система, тем сильнее ее нелинейность, тем менее выражены ее колебания, т. е. она более устойчива. В сложноорганизованных нелинейных системах колебания становятся более частыми, а их амплитуда уменьшается. Сложная система как бы сама себя стабилизирует. Она идет в процессе развития к некоторому почти однородному состоянию, к единству и гармонии объединяющихся в ней частей, как, собственно, и полагали восточные мудрецы.

Картина становления и развития сложной системы выглядит таким образом, будто система родилась из некоей прасреды как нарушение однородности этой среды, как одна из возможных ее структур, а затем, на другом иерархическом уровне организации, эти возникающие структуры начинают соединяться в более крупные и однородные образования, в единое целое. Сложная система в процессе своего развития как бы строит новую непрерывную среду, в которой колебания весьма невелики по отношению к некоему среднему состоянию, стабильно растущему в режиме с обострением.

³⁴ Упанишады. М., 1967. С. 59.

Тогда как инь-ян обнаруживает достаточно явную и непосредственную аналогию с синергетикой, многие идеи Востока лишь отдаленно и весьма опосредованно можно соотнести с новейшими данными науки. Возможно ли, например, рациональное перетолкование кармы, обуславливающей конкретную форму реинкарнации (перерождения) человека в этом мире? Ведь если синергетика действительно претендует на изменение видения мира, то правомерно ожидать от нее и нового ответа на вечные вопросы, такие, скажем, как «существует ли жизнь после смерти?», «существует ли загробный мир?», «куда уходит человек?» и «что от него остается?».

Если заняться чистой игрой ума, перейти в область фантазии (но, разумеется, на основе синергетического взгляда на мир), то можно предположить лишь в весьма общих чертах, что при распаде сложной структуры не исчезает некий остаток (ее центральная часть, керна или нечто иное). Ведь распад, вообще говоря, никогда не завершается полным уничтожением структуры. Если структура развивалась в LS-режиме, то в ее центре — наиболее продвинутая в прошлое часть, которая несет «память» о характере процессов, происходивших во всей системе в прошлом. Принципиальный момент состоит в том, что сохранившаяся часть может в дальнейшем встроиться в иную структуру, но не в какую угодно и не как угодно, а по определенному закону. В зависимости от своего прошлого, от степени своей продвинутости к развитому состоянию, эта оставшаяся при распаде часть может встроиться в примитивную структуру или же в более сложную и более развитую структуру. Здесь всплывают некоторые интуитивные корреляции с буддийским образом кармы. Карма как раз есть память о прошлом, накопленное и неуничтожимое наследство прошлых деяний, определяющее будущие жизненные пути человека.

4.2.4. Идея о связи темпомиров

Как возможно проинкиновение в прошлое и будущее? Изменяется ли скорость течения процессов во времени? Возможно ли обращение стрелы времени? При движении мысли по этому проблемному полю также возникают точки соприкосновения синергетического и восточного миропониманий.

Во-первых, небытие, или прасреда, представляет собой вневременную развертку всех будущих и всех бывших формообразований мира. Но все это содержится в небытии в невыявленной форме. «Согласно учению о дхармах, подлинная реальность Небытия (нирвана, дхарма) не имеет времени, не имеет форм, никаких разделений»³⁵. Аналогично, на фазовой плоскости мы можем видеть все вне времени, все поле путей развития (скрытое в нелинейной среде) предстает в застывшем, вневременном, внебытийном варианте.

³⁵ Григорьева Т. П. Цит. соч. С. 87.

Во-вторых, у буддистов имеется представление о сосуществовании прошлого и будущего в каждый миг, в каждый момент времени. «Время в синтонистском представлении всегда есть “теперь” — “нака-има” — время между прошлым и настоящим»³⁶. В каждом моменте буддийского сознания присутствует весь его временной ряд с настоящим, прошедшим и будущим³⁷. Как будет показано далее, изучая архитектуру метастабильных структур-аттракторов нелинейного мира, можно извлечь из нее информацию о характере прошлого и будущего развития структуры.

В-третьих, на Востоке имеется понимание возможности изменения скорости течения времени, темпа развития событий. «Для даосов время относительно — четыре сезона следуют друг за другом, и все вещи развиваются. Время может вытягиваться, может сжиматься в точку. Дзэнские мастера уверяли: “Одна минута все равно, что тысяча лет, а тысяча лет все равно, что одна минута”»³⁸.

Это резонирует с синергетическими представлениями о гигантском ускорении процессов на стадии вблизи момента обострения в LS-режиме и об их существенном замедлении на стадии HS-режима, режима неограниченно распространяющейся волны охлаждения.

В-четвертых, из цикличности всего происходящего в мире вытекает повторение прошлого в определенных пределах, что созвучно элементам повторения, т. е. периодическому восстановлению старых следов, при замыкании циклов LS- и HS-режимов.

В-пятых, чрезвычайно любопытна догадка древних о возможном обращении стрелы времени. В буддизме предполагается, что вектор времени иногда может быть направлен из будущего в прошлое. «Отношение к Небытию как к залогоу жизни (все уже есть в невыявленной форме) порождало тенденцию движения времени вспять: вектор времени направлен в прошлое и тогда, когда речь идет о будущем»³⁹. Это представление очень близко одному из возможных истолкований картин развития структур нелинейного мира.

Действительно, какой смысл вкладывается в термины «старые» структуры или структуры «молодые»? Старые структуры — это структуры из прошлого. Обычно считается, что они долго существуют, значит, сильно «разгорелись», значит, ближе к моменту обострения.

Однако возможно и иное толкование. Мы считаем, что старые структуры, структуры из прошлого — это те, которые были и остались в прошлом, в медленно горящем мире, которые еще далеки от момента обострения, находятся на квазистационарной стадии. А молодые структуры, структуры из будущего — это такие, которые близки к моменту обострения, сильнее «разгорелись».

³⁶ Григорьева Т. П. Цит. соч. С. 89.

³⁷ Там же. С. 87.

³⁸ Там же. С. 88.

³⁹ Там же. С. 90.

Словом, здесь принимается другая точка отсчета времени — момент обострения. Время отсчитывается в соответствии со степенью достижения этого момента. Будущее определяется близостью к моменту обострения, а прошлое — удаленностью от него. Структуры из прошлого — не долго существующие, а медленно горящие структуры. А структуры из будущего — это быстро горящие структуры. При этом толкование ситуации выглядит таким образом, как будто время течет в ином направлении, что весьма похоже на китайское понимание прошлого и будущего.

В-шестых, в соответствии с восточным мировидением, мир как целое можно истолковать как иерархию темпомиров, как возможность их связи хотя бы в некоторых точках. Как проникнуть в прошлое или будущее? Как возможна «встреча» разных темпомиров?

В общем-то, вся практика йогической медитации, буддийских погружений в себя и т. п. имеет целью или «прилепление» к прошлому, к Корню (для этого осуществляется уничтожение сансар и замедление процессов), или же «прилепление» к будущему, к более быстрому и совершенному миру, к сверхорганизации, к телу бога. Как мы бы сказали, медитирующий стремится реализовать наиболее короткий выход на правильные структуры-аттракторы эволюции. Это нам еще предстоит обсудить более подробно.

Согласно развиваемым здесь синергетическим моделям, присоединиться к прошлому — значит включить себя в структуру из прошлого, замедлить темп развития процессов, отодвинуть момент обострения t_p в более отдаленное будущее. А проникнуть в будущее, т. е. встроиться в быстрее развивающуюся структуру, значит ускорить выход на момент обострения t_p , ускорить темп развития.

В восточных учениях имеются и более дикийные, экзотические представления о времени, которые нуждаются в рациональных перетолкованиях. Не исключено, что они могут оказаться эвристичными в научном поиске. Например, имеются представления о схождении и расхождении времени⁴⁰, о прошлом как верхе и будущем как низе⁴¹, о великом Пределе, с которого начинается обратный путь⁴² и т. п.

4.2.5. Созидательная роль случайности

Еще одна идея, показывающая близость синергетики к восточному миропониманию, — это особое, отличающееся от западного представление о случайности. Для западного мышления еще со времен античности

⁴⁰ «В одном случае циклическое движение имеет как бы конусообразную форму, устремлено ввысь, к конечной цели, а в другом — расходится концентрическими кругами от центра, словно круги по воде» (Григорьева Т. П. Цнт. соч. С. 127).

⁴¹ Там же. С. 90.

⁴² Там же. С. 124.

характерно предпочтение необходимой и закономерной, а не случайной стороны вещей. Еще к Аристотелю восходит взгляд, что не может быть науки о случайном. В самом деле, в открываемых наукой статистических или вероятностных закономерностях каждое отдельное случайное событие уже снято, не присутствует в явном виде. И тем более случайность снята однозначно детерминистических, динамических закономерностях.

На Востоке же, напротив, случайность есть один из главных принципов, одно из движущих начал мира. Здесь важна сама архитектура, конкретное сплетение наблюдаемой сети событий, а не породившие ее причины. Каждая незначительная деталь из еле различимого фона явлений может инициировать целую цепь событий, развернуть веер новых форм бытия. Ибо, согласно восточному мировидению, все неявно несет в себе тотальную природу абсолюта.

Эту характерную черту восточного мировосприятия хорошо описал Карл Юнг, назвав ее синхронностью: «Китайский ум, как я его увидел в работе "Ицзин", занят по-видимому, исключительно случайной стороной вещей. То, что мы называем случайностью [coincidence, т. е. случайностью как совпадением, пересечением. — *Авт.*], судя по всему, является главной заботой для этого своеобразного мышления, а то, что мы считаем, как причинность, остается почти незамеченным... Момент действительного наблюдения предстает перед древним китайским взглядом скорее как удар случайности, нежели как ясно определенный результат совпадающих причинных цепей. Интерес направлен, по-видимому, на конфигурацию, сформированную случайными событиями в момент наблюдения, а вовсе не на гипотетические причины, которые якобы объясняют случайность. В то время как западное мышление заботливо анализирует, взвешивает, отбирает, классифицирует, китайская картина момента сводит все к мельчайшей неощутимой детали, поскольку все ингредиенты составляют наблюдаемый момент»⁴³.

В синергетике происходит переоценка случайности как раз в русле восточных идей — открытие случайности как конструктивного механизма эволюции.

Развиваемая в книге синергетическая модель «блуждания по полю путей развития» есть конкретный пример недуального мышления в синергетике. Если до сих пор в западной науке и философии детерминированность и случайность, как правило, противопоставлялись, то в данной модели они органически слиты, переплетены. В нелинейных задачах противоположности — случайность и закономерность, непредзаданность и запрограммированность, возможность и действительность и т. п. — могут быть соединены как разные стадии единого процесса развития. Вблизи бифуркации (ветвления путей) играет роль случайность, а между бифуркациями — детерминизм.

⁴³ Jung C. G. Psychology and the East. London, 1986. P. 191.

Общий принцип — это разделение по времени противоположностей (в данном случае случайности и детерминизма), т. е. представление их в виде различных стадий развертывания единого процесса. Это — глубокий принцип инь-ян, о котором говорилось выше. Но оказывается, противоположные процессы могут быть разделены в пространстве. Они могут сосуществовать одновременно в разных участках сложной структуры, представляющей собой объединение структур разного возраста. Это как бы пространственная развертка, синхронное представление противоположностей — различных стадий развития организации. Принципы объединения и эволюции сложных структур — новые подходы к холизму — будут обсуждаться в следующей главе.

Любопытно, кроме того, что сама предзаданность, предначертанность, путь, которому следуют природные системы и человек, мыслится на Востоке как нечто специфическое. С одной стороны, путь — в образах дао или неба в Китае — действительно предписывает людям, как необходимо действовать. Но с другой стороны, небо представляет собой нечто вроде активной среды, которая строится не без влияния людей, сама откликается на их поступки: небо может отворачиваться от людей или поворачиваться к ним лицом. Путь реализуется в зависимости от собственных шагов человека. Как говорят китайцы, «небо действует в зависимости от поступков людей»⁴⁴. Мысль Востока об активной роли дао (или неба) коррелирует с синергетическими представлениями об активных свойствах, избирательной чувствительности нелинейной среды.

Небо — это и безличное божественное начало, фатум, и — одновременно — всеобщая активная среда, которая содержит в себе множество возможных состояний, актуализирующихся в **определенное время и в определенном месте** не без косвенного влияния поведения людей в Поднебесной. Требования неба фактически соответствуют изменяющимся потенциям нелинейной среды, получающим возможность реализации в зависимости от топологически правильного воздействия на эту среду. Действия человека эффективны, если они попали в **нужный момент** — момент, как мы бы сказали сегодня, неустойчивости (момент бифуркации или же момент обострения процессов в среде). Если надлежащий момент не наступил, то ни в коем случае нельзя спешить, надо выждать. «Сейчас оно [небо] наблюдает за вами, поэтому не торопитесь с разработкой планов, — предупреждают китайские провидцы. — ... Необходимо дожидаться наступления благоприятного времени, ибо того, кто силой стремится к успеху, ждут несчастья»⁴⁵. Если же благоприятный момент наступил, медлить нельзя. «При благоприятном моменте нельзя проявлять нерадивость, ибо благоприятный момент не приходит дважды... Если же благоприятное время приходит, но его не используют для достижения цели, небо отворачивает свое лицо»⁴⁶.

⁴⁴ Го Юй (Речи царств) М., 1987. С. 298.

⁴⁵ Там же. С. 299.

⁴⁶ Там же. С. 301–302.

4.2.6. Как возможен кратчайший путь?

На Востоке допускается возможность нетрадиционных путей эволюции, а также способов познавательного и практического отношения к миру.

Во-первых, развивается идея о когнитивном и практическом пути от сложного к простому, от высшего к низшему, от малого как монады к глобальному. Через человека и глубины его сознания можно понять основы мироздания, через свою человеческую душу можно постигнуть душу мира. Человек усиливает свои когнитивные способности не посредством создания своего многоликого искусственного продолжения — «искусственных глаз», «искусственных рук» и т. п., как это безусловно полагается на Западе, а трансформируя самого себя в особое состояние человека-прибора, человека-чувствилища всей Вселенной. И такой способ действия, оказывается, раскрывает удивительные, с точки зрения Запада, потенции человека.

Во-вторых, Востоку свойственна убежденность в существовании иного — кратчайшего — пути к идеальному, совершенной форме, образцу. Это — путь йоги, путь медитирующего сознания. «Йогину присуще убеждение (и это подлежит проверке), что он может своими методами усиленного сосредоточения ускорить ритм индивидуального прогресса и сократить период, необходимый для полной эволюции человека. Это является основой новейших изысканий Ауробиндо Гхоша»⁴⁷, — поясняет Ромен Роллан. Медитация позволяет осуществить кратчайший выход на структурно-аттрактор, кристаллизацию духа, знания, таланта.

Если синергетика позволит установить принципы самоорганизации элементов мира и определить те реальные структуры-аттракторы, к которым идут процессы в нем, то можно будет поставить задачу, аналогичную задачам восточной йоги. Как миновать все или хотя бы многие зигзаги длительного и многотрудного эволюционного пути и ускорить выход на «совершенные формы» — аттракторы эволюции? Как находить кратчайшие выходы из лабиринтов эволюции?

По каким принципам можно быстро и правильно «собирать» сложные структуры (системы)? И как создавать среду, которая была бы способна порождать сложные структуры? Фактически на наших моделях видны два возможных пути создания сложных структур (социоприродных, социальных, нейронных структур в мозге, систем коллективного разума).

Первый путь — это увеличение нелинейности среды. Это — построение иерархии сред со все более сильной нелинейностью. В средах проявляются хаотические процессы разного рода (например, диссипация), на основе этих процессов возникают простейшие структуры — вихри, — на комплексах этих вихрей другая среда, с более сильной нелинейностью и т. д. Далее биологическая среда сложнейших молекул и в ней клетки и

⁴⁷ Роллан Р. Цит. соч. С. 50.

т. д., экологическая среда и в ней экологические ареалы, социальная среда и в ней организация, вплоть до возможной среды мира и вселенского разума. Этот путь, видимо, имел место в истории природы и человечества.

Таким путем можно создать структуры (описываемые собственными функциями среды) с большим числом максимумов, объединяющие большее число простых структур с большим размером и более сложной конфигурацией. Число типов структур в нелинейной среде в наиболее простых задачах определяется формулой:

$$N \approx (\beta - 1) / (\beta - \sigma - 1),$$

где β — коэффициент, показывающий степень нелинейности источника, силу фактора, создающего неоднородности в нелинейной среде $Q = Q_0 T^\beta$, а σ — степень нелинейности коэффициента диффузии, показатель интенсивности диссипативных процессов самого разного рода $H = H_0 T^\sigma$.

Сильная нелинейность означает большие значения β и σ при не сильной разности $\beta - \sigma$. Тогда число типов структур N сильно возрастает. Одновременно возрастают возможности все большего объединения простых структур разного возраста в сложные структуры.

В случае сильно нелинейной среды все структуры не очень резко выражены по сравнению со средним, однородным по пространству фоном (гомотермическим решением в плоской задаче). Относительно этого среднего уровня все структуры совершают малые колебания.

Восхождение по иерархии сред — это не единственный путь построения сложной организации. Здесь подсказкой служит нам восточное мировоззрение, индийская йога. Как возможен кратчайший путь к сложному? Согласно нашим моделям, второй, альтернативный путь к сложному — это путь приближения LS-режима к S-режиму, т. е. $\beta \rightarrow \sigma + 1$. Тогда число структур в среде резко возрастает даже при малых значениях нелинейности β и σ . Для создания сверхсложной организации можно работать в той среде, которая есть, не ждать ее собственной длительной эволюции к более сложной среде с сильной нелинейностью, а надлежащим образом немного варьировать константы наличной среды. Это — «путь йоги». Учителя йоги знают, как в имеющейся сегодня, всегда несовершенной телесной и духовной среде создавать сверхсложные структуры.

Выражаясь математическим языком, в данной слабо нелинейной среде за счет стремления β к $(\sigma + 1)$ сверху ($\beta \rightarrow \sigma + 1$, но β остается большим, чем $\sigma + 1$), оказывается, можно строить сверхструктуры с как угодно большим числом собственных функций LS-режима. По мере приближения β к $(\sigma + 1)$ возможное предельное число типов структур резко возрастает ($N \rightarrow \infty$), а связь между ними уменьшается.

В отличие от среды с сильной нелинейностью, когда максимумы в сложной структуре слабо колеблются около среднего уровня, в данном случае максимумы структур внутри сложной структуры сильно отличаются друг от друга, сильно выражены по сравнению со средним, фоновым

уровнем. Поэтому здесь возникает опасность распада сложной структуры на множество отдельных изолированных структур. Что касается среды психики, возникает опасность расщепления сознания (это будет рассматриваться в седьмой главе).

4.2.7. Идея резонанса. Связи типа эхо

Каким образом возбуждать в среде желаемые структуры (из спектра возможных) или — что более важно — инициировать процессы спонтанного нарастания сложности, морфогенеза в открытой нелинейной среде?

В восточном мировидении, по существу, присутствует понимание нелинейности связи между причиной и следствием, между действием и результатом. Эффект может быть противоположен приложенному усилию. Малым, но правильным усилием можно, фигурально выражаясь, «сдвинуть гору», построить сложную организацию. Труднопостижимый по Лао-цзы закон напоминает нам Т. П. Григорьева: «То, что хотят сжать, непременно становится сильным. То, что хотят уничтожить, непременно расцветает. Кто хочет отнять, теряет сам. Это труднопостижимо. Мягкое и слабое побеждает твердое и сильное»⁴⁸.

В восточных учениях есть догадки об особом рода связях по типу стихийного и взаимно усиливающегося отклика, или по типу эха⁴⁹. Нерушимое и гармоничное мировое целое и отдельные вещи как монады в нем созданы и проявляют себя скорее как струнные инструменты, настроенные на единый лад, чем как взаимодействия по типу соударений бильярдных шаров.

Связь-отклик, или связь-эхо, — культурный прообраз развиваемых в синергетике сегодня представлений о резонансных воздействиях на открытые нелинейные среды, воздействиях, проявляющих огромные, скрытые в них потенциальные силы и формы сложной организации.

4.3. СИНЕРГЕТИКА И ТРАДИЦИИ ЗАПАДА

Итак, синергетика начинает обрести мировоззренческими и культурологическими оболочками, следствиями и коннотациями. Исследовательская работа, направленная на «встраивание» синергетики во всей ее «культурологической шубе» в «тело» западной культуры, в систему философских традиций Запада, еще только начинается.

Основополагающие элементы синергетического видения мира можно соотнести:

♦ с некоторыми идеями Платона и Аристотеля (представлениями об эйдосах как потенциальных формах-образцах процессов, о правильных,

⁴⁸ Григорьева Т. П. Цит. соч. С. 92.

⁴⁹ Там же. С. 147.

совершенных многогранниках, об энтелехии как о внутренней энергии, заложенной в бытии, побуждающей его к обретению определенной формы);

- ♦ с учением Рене Декарта о космических вихрях как собственных формах организации природы;

- ♦ с монадологией Лейбница, его представлениями о предустановленной гармонии, о когерентности, взаимной согласованности всех частей мира, а также с его идеей преформизма, потенциально заложенного;

- ♦ с понятиями организма и природной самоорганизации Шеллинга, введенными им по аналогии с творческими исканиями человеческого духа;

- ♦ с идеями Фридриха Ницше о креативной роли хаоса, вечном возвращении, цикличности и преддетерминации;

- ♦ с представлениями Анри Бергсона о необратимости эволюции, ее движущей силе в виде *élan vital*, жизненного порыва;

- ♦ с разработанной Алфредом Уайтхедом философией процесса, его представлениями о процессуальности и когерентности событий в универсуме;

- ♦ с идеями Поля Валери о хаотической упорядоченности мира, относительной «запрограммированности» нового, сотканной из парадоксов креативности мира и человека в нем, идеями, развитыми им в дневниковых записях;

- ♦ с представлениями Карла Густава Юнга об архетипах коллективно-бессознательного;

- ♦ с идеями Пьера Тейяра де Шардена о направленности эволюции, порыве сознания, сходимости и цели эволюции, точке Омега;

- ♦ с уровневой онтологией мира, развитой Николаем Гартманом, и его глубокой критикой структур телеологического мышления;

- ♦ с представлениями Мартина Хайдеггера о природе времени и истины.

Здесь указаны лишь некоторые, наиболее близкие нашему видению, корреляции синергетики с традициями философии Запада.

Любопытно, что синергетика коррелирует, прежде всего, с идеями и представлениями тех мыслителей, на которых, в свою очередь, повлияли восточные мировоззренческие ориентации и способы постижения мира, которые углубленно размышляли над классикой Вед и Упанишад. Это касается главным образом философских взглядов Ф. Ницше, К. Г. Юнга, Э. Шрёдингера, В. Гейзенберга.

Рассмотрим кратко лишь некоторые из этих пересечений синергетического мировидения и мировоззренческих традиций Запада: совершенные тела Платона, космические вихри Декарта, учение о монадах Лейбница, образ становления в хаосе Ницше, творческую эволюцию по Бергсону, модусы времени Хайдеггера.

4.3.1. Совершенные тела Платона

Простейшие математические модели открытых нелинейных сред свидетельствуют о том, что открытая нелинейная среда таит в себе определенные формы организации. Это представление резонирует с идеями древних мудрецов о потенциальном и непроявленном в мире, в частности, с представлениями Платона о неких первообразцах и совершенных формах в мире идей, уподобиться которым стремятся вещи видимого, всегда несовершенного мира природы.

Согласно Платону, «природа эта по сути своей такова, что принимает любые оттиски, находясь в движении и меняя формы под действием того, что в нее входит, и потому кажется, будто она в разное время бывает разной; а входящие в нее и выходящие из нее вещи — это подражания вечно-сущему, отпечатки по этим образцам, снятые удивительным и неизъяснимым образом»⁵⁰.

В диалоге «Тимей» разворачиваются космогонические представления Платона. Подробно описываются совершенные, отличающиеся особой красотой тела, олицетворяющие основные стихии универсума. Это — так называемые совершенные тела Платона или правильные многогранники. Переводя космогонические воззрения Платона на язык современной математики, Э. М. Сороко разъясняет: «Известно, что из всех возможных многогранников лишь у пяти гранями могут служить правильные треугольники, правильные пятиугольники либо квадраты. Все эти многогранники были известны древним грекам и получили название пяти платоновых тел (впервые систематически описаны Платоном). Каждое из них символизировало какое-то из пяти “начал” или “стихий”: тетраэдр — тело огня, октаэдр — тело воздуха, гексаэдр (куб) — тело земли, икосаэдр — тело воды, додекаэдр — тело мира (вселенской души, эфира или разума, квинтэссенции и т. п. — у разных авторов)»⁵¹.

Тело огня (тетраэдр) имеет образ пирамиды, наиболее подвижное и легкое по своей природе и по необходимости. Имеет наименьшее число оснований, а также наиболее режущие грани и колющие, острые углы. Это — перворожденное начало. Тело воздуха (октаэдр) занимает среднее положение по своей подвижности, объему и порядку рождения. Тело воды (икосаэдр) — наименьшее по своей подвижности и наибольшее по объему. Тело земли (куб) имеет самые устойчивые основания. Демиург, согласно Платону, строит космос в правильной соразмерности и упорядоченности частей, взирая на первообразцы, идеи или эйдосы. Результат, однако, такой же, как и для процесса самоорганизации универсума, описываемого современной наукой.

Удивительно, что в структурах самоорганизации природы, в структурах горения нелинейной среды, смоделированных на компьютере, сегод-

⁵⁰ Платон. Сочинения. Т. 3. Ч. 1. М., 1971. С. 491.

⁵¹ Сороко Э. М. Структурная гармония систем. Минск, 1984. С. 42–43.

ня переоткрываются все совершенные тела Платона, все правильные многогранники. Симметричные структуры являются асимптотиками, аттракторами, целями процессов самоорганизации. Установлено, в частности, что в среде могут развиваться структуры разной степени сложности и разных типов симметрии, например, могут возникать экзотические структуры горения с областью локализации в виде гантели, звезды и т. п.⁵² При этом симметрия является условием метастабильного самоподдержания сложной структуры, структуры с несколькими максимумами интенсивно развития процессов.

4.3.2. Космические вихри Декарта

Другой пример поразительного совпадения метафизических идей мыслителей Запада с новейшими синергетическими результатами — это космогония Рене Декарта.

Размышляя о происхождении небесных тел, Декарт рисует следующую картину: «Бог так чудесно установил эти законы [законы природы. — *Авт.*], что даже если предположить, что он не создал ничего, кроме сказанного и не внес в материю никакого порядка и никакой соразмерности, а, наоборот, оставил лишь самый запутанный и невообразимый хаос, какой только могут описать поэты, то и в таком случае этих законов было бы достаточно, чтобы частицы хаоса сами распутались и расположились в таком прекрасном порядке, что они образовали бы весьма совершенный мир»⁵³. Как видим, согласно Декарту, из запутанного и невообразимого хаоса спонтанно, своими силами рождается прекрасно упорядоченный космос (Солнечный мир). Основу процесса самостийного упорядочивания вещества в универсуме составляют космические вихри, «заполняющие» мировое пространство.

Несмотря на кажущуюся наивность, в космогонических представлениях Декарта можно усмотреть некоторые предвосхищения последующих научных результатов, в том числе и в области синергетики.

Во-первых, это представление о хаосе как первоначальном и необходимом условии и основе, на которой и собственными силами которой строится сложная организация.

Во-вторых, это догадка Декарта о собственных формах (структурах) организации природы. Вихрь рассматривается им в качестве основной формы движения космической материи. Вихрь, в самом деле, подобен спиральным структурам самоорганизации в неживой и живой природе. Спиральную форму имеют, в частности, и некоторые космические образования, например, галактики, каковой является и наша Галактика — Млечный Путь.

⁵² См. об этом: Курдюмов С. П., Куркина Е. С., Потапов А. Б., Самарский А. А. Сложные многомерные структуры горения нелинейной среды // Наука, технология, вычислительный эксперимент. М., 1993. С. 86–87.

⁵³ Декарт Р. Сочинения. Т. 1. М., 1989. С. 198.

В-третьих, вихри «упакованы» почти как правильные шестигранные ячейки. Здесь, возможно, предугадана другая «парадигмальная» структура самоорганизации — ячейки Бенара, шестигранные ячейки типа «пчелиных сот». Согласно современным космологическим представлениям, в крупных масштабах (на уровне сверхскоплений галактик) Вселенная однородна и имеет ячеистую структуру.

В-четвертых, присутствует понимание, что природа развивается по своим собственным законам и принимает отвечающие ее естеству формы организации (структуры). А Бог в картине мира Декарта, по сути, есть лишь указание на рациональное, логическое, закономерное начало природы.

4.3.3. Монадология Лейбница

В учении о монадах Г. Лейбница можно усмотреть немало близких синергетике мировоззренческих идей.

Прежде всего, это, конечно, представление о монадах, в котором угадана масштабная инвариантность, самоподобие процессов, протекающих на разных уровнях вселенской организации, предугаданы открываемые ныне теорией динамического хаоса фрактальные структуры. Согласно Лейбницу, монада есть целостная «единица» бытия, она несет в себе тотальные свойства мира в целом. «Всякая монада есть живое зеркало, наделенное внутренним действием, воспроизводящее универсум со своей точки зрения и упорядоченное точно так же, как сам универсум»⁵⁴. Каждая монада — это «малый мир», «сжатая вселенная». А наблюдаемое многообразие мира предстает как иерархия монад.

Важно также представление Лейбница о всеобщей согласованности, гармонии всех частей (элементов) мира, всех монад, о предустановленной гармонии (*harmonia praestabilita*). Соотношение между разнообразием существующих вещей природы и их упорядоченностью оптимально. Как будет показано в следующей главе, в каждой открытой нелинейной среде (системе) предустановлен, предопределен ее внутренними свойствами спектр возможных путей эволюции, спектр структур-аттракторов. Он предустановлен как спектр возможного, но не более того. Поэтому эволюция остается открытой, выбор путей в «точках бифуркации» или «в состояниях неустойчивости нелинейной среды» не предзадан. В ходе эволюции имеет место не предустановленная, а постустановленная гармония.

Идея потенциального и непроявленного развертывается у Лейбница как идея предданности форм будущего в настоящем (преформизм) и идея эволюционности, их постепенного развертывания, раскрытия, становления. «Настоящее таит в себе в зародыше будущее». «Настоящее всегда чревато будущим, иначе говоря, всякая субстанция должна в своем на-

⁵⁴ Лейбниц Г. Сочинения. Т. 1. М., 1982. С. 405.

стоящем выражать все свои будущие состояния». Или еще: «Будущее можно было бы прочесть в прошедшем, отдаленное выражается в ближайшем. Красоту вселенной можно было бы познать в каждой душе, если бы только возможно было раскрыть все ее тайники, заметно проявляющиеся только со временем»⁵⁵. Формы будущего в настоящем, с точки зрения синергетики, — это спектр возможных форм организации, спектр структур-аттракторов эволюции.

4.3.4. Образ становления в хаосе у Ницше

В философских афоризмах и поэтических зарисовках Ф. Ницше можно отыскать немало идей и образов, весьма близко подходящих к представлениям синергетики. Ницше строит, по сути дела, некую философию хаоса, хаоса как созидательного начала. Он дает образ хаоса становления, становления в хаосе и через хаос. «Нужно носить в себе еще хаос, чтобы быть в состоянии родить танцующую звезду». В основе становления лежит мозаика жизни, первичное разнообразие элементов, конкурирующих друг с другом. «Единой воли нет, есть пунктуации воли, которые постоянно увеличивают или теряют свою власть»⁵⁶.

Жизнь, бытие предстает в виде некоего непознаваемого нерасчлененно-целостного потока. Жизнь есть стихийное становление. Воля как «движущая сила» становления имманентна самой действительности, самой жизни. «Становящийся мир противоречив, ложен и не поддается познанию». «Все совершающееся, все движение, все становление — как борьба»⁵⁷.

У Ницше появляется парадоксальная и важная в нашем видении синергетики идея о детерминации процессов из будущего, о преданности будущего. «От будущего веет незаметно ветер». Но в то же время сама цель становления не имеет конкретной определенности. Кажется даже, что поток жизни бесцелен, что он вечно повторяется. Вокруг существуют только «обломки будущего». Ницше рисует образ Заратустры, который ставит задачу созидания, конструирования из этих «обломков будущего» единой картины — сверхчеловека. «Спаси тех, кто в прошлом, и преобразовать всякое “было” в “так хотел я”»⁵⁸.

Имеет место обратная, целевая причинность. Завтра есть причина сегодня. Оно формирует сегодня, видит в нем требующие преобразования и синтеза «обломки будущего». Прошлое просвечивает в нас. А будущее строит нас, помимо нашей воли и «поверх умов и действий наших» определяет нас сегодняшних. В сверхчеловеке время как бы снимается. «Там нет “было” и “будет”, там всё есть». В сверхчеловеке (в снятом виде) на-

⁵⁵ Лейбниц Г. Указ. соч. С. 211, 346, 410.

⁵⁶ Ницше Ф. Полн. собр. соч. Т. IX. М., 1910. С. 353.

⁵⁷ Там же. С. 239, 259.

⁵⁸ Ницше Ф. Так говорил Заратустра. М., 1990. С. 122.

личествуют все ступени, стадии его эволюции. Все такого рода рассуждения очень близки синергетическим представлениям о целенаправленности процессов эволюции (всякий процесс имеет много «целей» или структур-аттракторов) и о способах построения эволюционного целого.

Идея Ницше о вечном возвращении во многом аналогична восточному символу «круга сансары», вечного возвращения в этот мир. «Должно быть вечное возвращение. Через большие промежутки времени должны повторяться те же самые комбинации сил»⁵⁹, — писал Ницше.

4.3.5. Творческая эволюция по Бергсону

Творческая эволюция по Бергсону включает в себя следующие представления, резонирующие с синергетикой:

- становление, необратимость эволюции, связанная с природой времени, длительности («Мы воспринимаем длительность (*durée*) как поток, который не может быть пройден в обратном порядке и повторен снова. Он является основой нашего существования»⁶⁰);

- качественное, «живое», конкретное время, время, постигаемое не мыслью, но личностно переживаемое («Мы не мыслим реального времени, мы его переживаем, ибо жизнь шире пределов сознания»⁶¹);

- жизнь как некая целостность, как поток;

- творчество новых форм, непредсказуемость будущих событий (аналогично непредсказуемости выбора пути в точках бифуркации);

- цель эволюции не впереди, а позади эволюции; цель как исходный взрыв или порыв, который привел к возникновению жизни, к разворачиванию жизненного процесса.

4.3.6. Модусы времени у Хайдеггера

В философии Хайдеггера развита целостная концепция времени, перекликающаяся с синергетикой. В эволюционирующих структурах открытых и нелинейных сред (систем) содержится информация о прошлом и будущем развитии этих структур. Будущее — это, в частности, аттракторы эволюции. Прошрое — следы прежних, но не исчезнувших полностью процессов, «память» нелинейных сред (систем). Эти представления будут развиваться в следующей главе.

Подлинное время, по Хайдеггеру, — это не физическая последовательность «теперь», а вечное присутствие.

Модус прошлого — «бытие-всегда-уже-в-мире». Прошрое — это не то, от чего остались лишь с трудом восстанавливаемые следы. Напротив, оно

⁵⁹ Ницше Ф. Полн. собр. соч. Т. IX. М., 1910. С. XVI.

⁶⁰ Бергсон А. Собр. соч. Т. I. Петербург, 1913. С. 39.

⁶¹ Там же. С. 45.

постоянно присутствует в настоящем и детерминирует как настоящее, так и будущее. Прошлое — это фактичность, «заброшенность».

Модус настоящего — «бытие при». Это — «обременность». Мы «обременены» на такое настоящее, ибо оно определено прошлым и строится в соответствии с проектами будущего.

Модус будущего — это «забегание вперед», проект⁶². С одной стороны, будущее — это предоставление возможности прийти, наступить, а с другой — это возвращение назад к своему собственному прошлому.

Таким образом, будущее дает возможность родиться настоящему. Будущее (лучшее из уже бывшего) отпускает из себя настоящее. Настоящее освобождается из будущего.

Привычные понятия «прошлое», «настоящее» и «будущее» вульгарны, они «неправильно» разрезают сложную реальность. Хайдеггер говорит о некой времённости, которая делает возможным единство экзистенции. Времённость вообще не есть, «времённость изначально временится из будущего»⁶³.

Вечное присутствие складывается из непреходящего значения прошлого, постданного, преддетерминации будущего (проектов будущего), предданного, и из так называемого настоящего, сотканного исключительно из элементов того и другого.

* * *

Работа по сопоставлению синергетики и философских учений Востока и Запада в дальнейшем, по-видимому, призвана перешагнуть узкие рамки сопоставления, пересечения отдельных идей из того и другого мировоззрений. На основе синергетических представлений складывается целая система объяснения понятий и идей телеологических и холистических учений. Эта система может работать как некая путеводная нить, на которую можно нанизывать не только то, что мы уже нашли и осмыслили у восточных мудрецов и видных философов Запада, но и то, что мы еще не раскрыли, не учли, не поняли в их философских системах.

Не менее важно то, что существует обратное влияние системы восточного мировоззрения на синергетику. Напомним, что мы уже говорили об инициированной восточным мировосприятием постановке проблемы обратного переключения режимов существования системы с сильной нелинейностью (с LS- на HS-), переключения, замыкающего «жизненные циклы» открытых нелинейных систем. То есть в некотором смысле для поддержания динамики сложной системы необходимы попятное движение по времени, оживление старых следов, проявления инволюций.

⁶² См. об этом: Гайдено П. П. Хайдеггер // Философская энциклопедия. Т. 5. М., 1970. С. 427.

⁶³ Heidegger M. Sein und Zeit. 16. Aufl. Tübingen, 1986. S. 331.

Синергетика позволяет синтезировать некоторые элементы восточного и западного способов мышления и миропонимания. В этом заключается существенное своеобразие ее мировоззренческого потенциала.

От Востока синергетика воспринимает и развивает далее идею целостности (все во всем), идею цикличности и идею общего закона, единого пути, которому следует и мир в целом, и человек в нем.

А от Запада она берет позитивные стороны традиции анализа: опору на эксперимент, общезначимость научных выводов, их транслируемость (от одной школы в науке к другой, от науки — к обществу) через научные тексты, особый математический аппарат и даже запись на дискете компьютера.

В одной из своих недавних работ И. Пригожин также говорит, что благодаря развитию синергетики появляются новые возможности для сближения Востока и Запада. Новое мировоззрение, вводимое синергетикой, философия нестабильности, рассматривается им в качестве важного фактора, позволяющего покончить с распадом культуры между различными цивилизациями, между Востоком и Западом. «В Китае, например, — пишет он, — развивалась впечатляющая наука, но никогда не ставилась задача узнать, как падает камень, поскольку идея законов природы в том привычном смысле, в каком мы их рассматриваем, была чужда китайской цивилизации. Китай рассматривал Вселенную как когерентную, в которой каждое событие связано с другими событиями. Наука сегодня, я надеюсь, сохранит аналитическую точность, присущую западной науке, но также будет заботиться о глобальной, холистской перспективе, стало быть, выйдет за пределы раздробленности классической культуры»⁶⁴.

Быть может, не будет преувеличением сказать об особой интегрирующей миссии синергетики в культуре. Синергетика в ее мировоззренческом содержании предстает тем продуктивным новообразованием на теле культуры, которое в имплицитном и синкретичном виде несет в себе некие значимые элементы и восточного, и западного образов мышления и миропонимания. Это именно тот «узел», то «сплетение», через которое могут протянуться «нити» кросскультурного взаимодействия Востока и Запада.

⁶⁴ *Prigogine I. The Philosophy of Instability // Futures. August, 1989. P. 400.*

Глава 5

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО МИРОВИДЕНИЯ

Когда рушится все, наступает час философии.

М. Хайдеггер

То, что считают невозможным, непонятным, невероятным, или вообще невообразимым, станет поражающе верным.

Парацельс

Нелинейный мир — это мир с иными, отличающимися от привычных для классической науки закономерностями. Это — закономерности вырастания сложных структур из малых флуктуаций (хаоса), построения сложного эволюционного целого из частей, направленности течения процессов, иные принципы симметрии и управления процессами развития сложных систем. Причем важно понять, что все реальные системы, как правило, открыты и нелинейны. И наоборот, закрытость и линейность есть исключение из правила, чрезмерное, часто неправомерное, упрощение действительного положения дел.

5.1. НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ХАОСЕ

Хаос есть способ самообновления.

Франциско Варела

В синергетике прежде всего подвергается переоценке роль хаоса в процессе эволюции нелинейных сложноорганизованных систем мира.

Всякий процесс развития сопровождается огромным фоном случайностей. Они имеют слабое, несоизмеримое с основным течением влияние, никак не сказываются, забываются, не определяют динамику разверты-

вания процесса, его «судьбу». Природа пробивает свой путь через множество тщетных попыток, пустых проб. Сколько видов колебаний атомов (мод) «вымирает», подавляется, подчиняется одному виду (одной моде) при установлении когерентного излучения лазера? Сколько биологических видов и разновидностей вымирает в ходе эволюции, оказывается нежизнеспособными? Сколько «тонн словесной руды» требуется перерыть, пока не ляжет на бумагу одна вечная поэтическая строфа? Какой хаос мыслей и рой образов должен носить в себе ученый, чтобы, как выразился Ницше, «быть в состоянии родить танцующую звезду»¹, — выдвинуть новую, открывающую эпоху в науке, идею? Сколько тщетных, но неизбежных попыток делается в культуре нашей эпохи, чтобы жило и было оценено нашими потомками через век, может быть, только 5% из всего нашего наработанного багажа?

Кажется, что все это зря, все впустую. По крайней мере, подавляющее большинство усилий и попыток оказываются напрасными, ни к чему не приводят. Как будто бы хаос только разрушителен. Прошлое делает массу попыток и только одна или очень немногие из них пробиваются на следующий временной уровень (стадию) бытия. Оно как бы прощупывает этот узкий проход в будущее, реализуя и испытывая веер возможностей. Классически ориентированный исследователь, действительно, имел основания пренебрегать этим огромным океаном случайностей и занимать свой ум исключительно лишь поисками закономерного течения событий.

Эти представления имеют глубокие корни в культуре различных цивилизаций в виде идей о жертвенности. Добро и зло, организация и разрушение, рождение нового и умирание, многочисленные нелепые и неудачные попытки — все в мире уравновешено. Инферны, зло — в известном смысле — необходимы, ибо на их основе строится добро, организация. Без зряшного и пустякового не будет стоящего, без пустой породы не будет бриллианта.

Идеями жертвенности пропитаны все религии мира, все стадии развития человеческого сознания, начиная с мифологического сознания, с мифа. Жертвенность — один из инвариантов религий мира.

В самых глубинах индийской культуры возникли космологические мифы о Пुरुше, вселенском гиганте, из частей которого возникает и строится Вселенная. Эти мифы нашли отражение в гимнах Ригведы. Сотворение мира представляется актом бога, совершающего жертвоприношение. Жертвой творца строится мир.

Жертвами стимулируется весь ход биологической эволюции и прогресс человеческого рода. Умирает больное, слабое животное, и выигрывает стадо его сородичей. В ходе эволюции вымирали целиком многочисленные биологические виды, и это ускоряло ход эволюции живого. Известно, например, что в настоящее время на Земле обитает от 3 до 10 миллионов биологических видов, которые представляют менее 1% (!) всех тех видов, которые существовали на протяжении всей геологичес-

¹ Ницше Ф. Сочинения. Т. 1. М., 1990. С. 11.

кой и биологической истории Земли. Повышение избирательности связано с повышением выживаемости видов.

Умирает человек, и на его костях прогрессирует человеческий род. Сложная организация возникает и прогрессирует за счет траты, «порчи», «сжигания», засорения окружающей среды. К тому же, чем выше ее темп развития, тем больше траты, сильнее «выжигание» среды, масштабнее жертвы.

Творческая, исследовательская деятельность ученого, как, впрочем, и любая подлинно творческая деятельность, связана с огромными жертвами. Ничего нельзя достигнуть в творчестве без ежедневного сознательного отказа от привычных для большинства времяпоглощающих занятий, без увлеченности, без погружения в размышления. Ученый вынужден тратить огромное количество времени, а также душевных, психических, и материальных, физических, сил на науку. Интенсивное интеллектуальное творчество нередко приводит к ускорению «сгорания» сомы, к преждевременной смерти талантливых людей. И тем не менее все эти жертвы на алтарь науки и культуры не гарантируют, что творчество ученого оставит след в культуре будущих веков.

Жертвы необходимы всюду, ибо без них не будет нового. Закон эволюции жесток. В мире должна быть определенная доля «зла», хаоса, разрушения, блужданий, зряшности, ибо только на этой основе может возникнуть нечто значимое, ранее небывшее, невиданное и неизвестное.

Синергетика демонстрирует многоликость хаоса и скрытые потенции малых флуктуаций, случайностей. Отнюдь не всегда хаос — зло. Вовсе не во всех случаях малое и случайное несущественны. Когда и какой случайности (флуктуации, хаосу на микроуровне) удастся прорваться и определить вид общего течения событий, становящейся структуры, природного или социального образца? — Синергетика дает вполне конкретный и конструктивный ответ на этот вопрос.

Для этого необходимо особое состояние открытой нелинейной среды — состояние неустойчивости. Оно означает, по сути, чувствительность и нелинейной среды к малым флуктуациям, усиливаемым посредством механизма нелинейной положительной обратной связи. В состоянии неустойчивости фактически всегда заключено нечто, указывающее на связь микро- и макромасштабов. Именно в этих условиях малые возмущения могут определять макрокартину бытия, вид макроструктуры, а малое и случайное имеет прямой выход в макромир. Человек в состояниях такого рода может быть чувствителем к малым (внешним и внутренним) влияниям. Например, когда говорят, что человек умер от старости, то за этим фактически стоит убеждение, что смерть наступила не от какой-либо конкретной причины, а обусловлена общим системным разрушением человеческого организма (малый сбой любого органа может привести к печальному исходу).

Парадоксально само существование структур в открытых нелинейных средах (системах) — так называемых диссипативных структур (рис. 3). Как возможна локализация процессов в средах, где есть постоянный размывающий фактор — диссипация, где есть неравновесность, открытость —

источники энергии и стоки? За счет чего, например, образуются ячейки Бенара при конвекции жидкости или газа, структуры горения или, уж совсем удивительно, — структуры тепла? Последние парадоксальные явления исследованы в Институте прикладной математики РАН², а образование тепловых структур названо феноменом инерции тепла. Как можно объяснить характер пространственно-временной ограниченности процессов, форму возникающих структур?

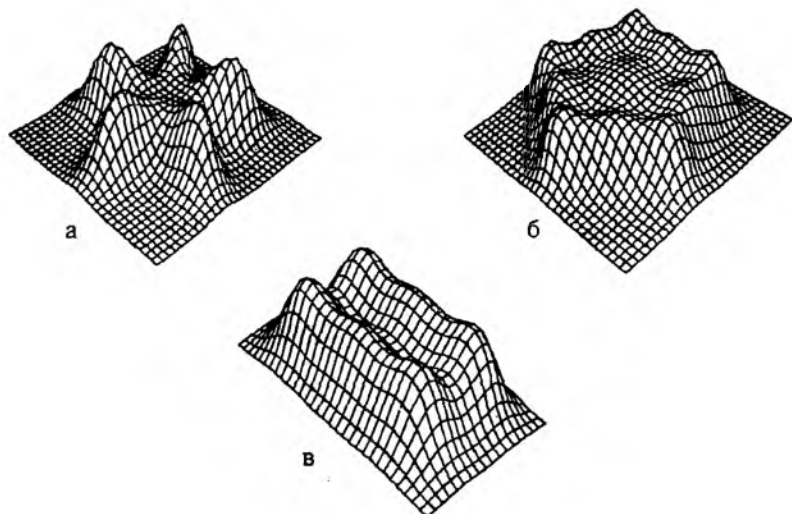


Рис. 3. Видовые проекции нескольких собственных функций открытой нелинейной среды

² См.: Курдюмов С. П., Куркина Е. С., Потапов А. Б., Самарский А. А. Сложные многомерные структуры горения нелинейной среды // Наука, технология, вычислительный эксперимент. М., 1993. С. 85–98; Самарский А. А., Галактионов В. А., Курдюмов С. П., Михайлов А. П. Режимы с обострением в задачах для квазилинейных параболических уравнений. М., 1987 (эта книга издана на английском языке: Samarskii A. A., Galaktionov V. A., Kurdyumov S. P. and Mikhailov A. P. Blow-up in Problems for Quasilinear Parabolic Equations. Berlin, N. Y.: Walter de Gruyter, 1995. P. 533); Змитренко Н. В., Михайлов А. П. Явление инерции тепла // Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. М.: Наука, 1988. С. 137–170; Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Самарский А. А. Нестационарные диссипативные структуры и диффузионный хаос. М., 1992; Achromeeva T. S., Kurdyumov S. P., Malinetskii G. G., Samarskii A. A. Nonstationary Dissipative Structures and Diffusion-Induced Chaos in Nonlinear Media // Physical Reports. Vol. 176 (1989). P. 189–372; Kurdyumov S. P. Evolution and Self-organization Laws in Complex Systems // International Journal of Modern Physics C. 1990. Vol. 1. N 4. P. 299–327. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. М.: Наука, Физматлит, 1997; Режимы с обострением. Становление идеи. М.: Наука, 1999.

Почему процессы в среде выстраиваются именно таким, вполне определенным образом, почему возникают именно такие структуры? Вообще говоря, это — одна из загадок, которую не могли решить древние: почему совершенное, гладкое, однородное целое вдруг распадается на какие-то локализованные части? Кто его так «портит»? Что локализует процессы на среде, сохраняет форму возникающих структур?

Достаточно вспомнить конвективные ячейки. Классический пример: если налить масло на сковороду, на дне которой поддерживается высокая температура, а на поверхности, граничащей с воздухом, более низкая, то через масло будет осуществляться передача энергии, поток тепла от дна к поверхности. Если увеличить разницу температур до некоторой критической, то в масле самопроизвольно возникает гидродинамическое движение: восходящие и нисходящие струи жидкости, образующие так называемые конвективные ячейки. Удивительно, но все эти ячейки выглядят как одинаковые шестигранные структуры. Значит, структуры — это определенным образом организованные процессы в среде. В самом деле, если взять сковороду меньшего размера, то структуры будут такими же, т. е. форма и размер ячеек определяются параметрами среды (коэффициентом теплопроводности, вязкости среды и другими свойствами), а не граничными размерами.

Если мы хотим описать это явление уравнением Навье-Стокса вместе с уравнением теплопроводности, то получаем эти шестигранные ячейки и численно (путем расчетов на ЭВМ) и приближенно аналитически. То есть это явление понято и воспроизводится на математической модели нелинейной среды. Парадоксально, что в самой нелинейной модели среды содержатся уже характерные размеры ячеек, не зависящие от величины сковородки, а зависящие от свойств самого процесса в среде. Это совершенно новая постановка для математики.

В математике известна классическая задача Штурма-Лиувилля, смысл которой таков: допустим, мы присутствуем при игре на скрипке, струны которой изготовлены из определенного материала. Музыкант зажимает струну в определенном месте (заданы краевые условия) и проводит смычком, вызывая собственные колебания, которые зависят от свойств струны и от граничных условий (тон зависит от места, где струна зажата). Вот классическая задача линейной математической физики. А у нас другая задача: есть сама среда, и независимо от размеров этой среды в ней содержится спектр форм-структур (если они только не влезают внутрь этих ячеек, не портят самую простую ячейку).

Самые простейшие проявления процессов локализации в нелинейных средах — вихри в жидкости. Они имеют определенные размеры, время существования, могут самопроизвольно зарождаться при обтекании тел, возникать и исчезать в жидкостях и газах в режимах перемежаемости, близких к турбулентному состоянию. Примером могут служить солитоны, возникающие в различных нелинейных средах. Еще сложнее (с точки зрения определенных математических подходов) — диссипативные струк-

туры. В этой области получено много интересных результатов, как экспериментальных, так и теоретических.

Итак, в определенных участках среды может иметь место локализация процессов в виде солитонов, автоволн, диссипативных структур. Причем отдельные состояния среды могут иметь характер волн, сохраняющих жесткую пространственную структуру даже в случае диссипативных сред. В других случаях в определенных участках среды могут возникать колебательные процессы, образовываться и самоподдерживаться диссипативные структуры. Структуры могут возникать и исчезать (как вихри в явлениях перемежаемости), наконец, могут возникать макроскопические хаотические процессы (турбулентность, диффузионный хаос). Всюду важно выделить, как одну из глубоких причин, локализацию процессов в среде в виде структур, имеющих определенную форму, архитектуру.

Вспомним задачу Тьюринга, возникающие и самоподдерживающиеся в ней стационарные структуры. Они имеют определенные размеры. То есть в среде возникают характерные длины. Длины возникают в одномерной задаче, а в многомерной возникают характерные области, где процесс происходит. В других областях он не происходит. Как же так? Работает диффузия, теплопроводность, а, например, процесс горения локализуется только в определенной области и не распространяется вокруг. В случае самоподдержания локализованных стационарных структур локализация процессов на отдельных участках среды обусловлена действием нелинейных объемных стоков (напомним, что среда открытая, а это значит, что в математической модели среды в правой части уравнений представлены объемные источники и стоки с коэффициентами, нелинейно зависящими от искомых функций).

Действие нелинейных объемных источников может приводить к развиту процессов в среде в режимах с обострением, что, в свою очередь, сопровождается локализацией процессов диффузии на ограниченных пространственных областях и возникновением в них локализованных процессов — нестационарных диссипативных структур.

Сама локализация есть внутреннее свойство режимов с обострением. Это — наиболее парадоксальный из представляемых в этой книге результатов исследований процессов в открытых нелинейных средах. И кроме того, данный результат иллюстрирует специфичность и продвинутость этих исследований по сравнению со школой И. Пригожина.

Для объяснения механизмов локализации процессов прослеживается характер действия нелинейных факторов в среде. Фактор рассеяния (диссипации) и фактор нелинейности источника — совместно — делают возможным образование регулярной структуры в открытой нелинейной среде. Напомним, что поведение любой системы может быть представлено бесконечным рядом гармоник (мод) с временным коэффициентом перед каждой. Если в модели линейной системы различные виды гармонических колебаний (гармоник или мод) независимы, то в модели нелинейной —

устанавливается вполне определенная связь между ними. Причем характер этой связи всецело определяется нелинейностью. Дело может обстоять таким образом, что один вид колебаний (одна гармоника) энергетически поддерживается в силу открытости системы, т. е. туда накачивается энергия. В таком случае поступающая энергия перераспределяется — в силу нелинейности — не по всему спектру колебаний (мод), а сугубо избирательно. То есть в нелинейной среде могут поддерживаться, подпитываться энергией лишь определенные виды колебаний, определенные гармоники.

Процессы в нелинейной среде могут происходить и несколько иначе. Избирательность может быть вызвана неравномерным по спектру затуханием процессов, хотя энергия передается по всему спектру гармонических колебаний без пропусков. В любом случае подпитка энергией по спектру и ее восприятие — в комплексе — происходят избирательно. Эта избирательность, еще раз подчеркнем, определяется нелинейными свойствами среды.

Теперь делается понятным механизм процесса самовыстраивания структуры в среде. Рассеивающий (диссипативный) фактор действует, конечно же, повсюду. Вообще говоря, все затухает, но не одинаково. В силу нелинейности диссипацией «выжигаются», уничтожаются, гасятся лишь некоторые виды колебаний (гармоник), которые недостаточно поддерживаются энергетически. А остальные виды колебаний (гармоник) «выживают» и усиливаются опять-таки в силу нелинейности. Причем разрушаемые и растущие, подпитываемые гармоники могут достаточно долго сосуществовать, создавая переходный процесс к развитому асимптотическому состоянию, которое определяется всего несколькими гармониками.

Диссипация на фоне нелинейных связей в среде работает подобно ножу скульптора, который постепенно, но целенаправленно (всего лишь!) отсекает все лишнее от каменной глыбы. А диссипативные процессы и рассеяние являются, по сути дела, макроскопическими проявлениями хаоса на микроуровне. Хаос, стало быть, — не зло, не фактор разрушения, а сила, выводящая на аттрактор, на тенденцию самоструктурирования нелинейной среды.

Эти результаты строгой науки поразительно близки с образом Огня в мире представлений «Агни-йоги», в представлении об Унивёрсуме как Мире Огненном.

*Всякий личный мир освещен заревом Костра,
пожирающего ветхие формы.
Та мудрость Творца сулит Новый град,
сжигая, теорит³.*

³ Агни-йога. Листы сада Морни. Кн. 1. Зов. Новосибирск, 1990. С. 78.

Огонь уничтожает ненужное, слабое, то, что само вскоре упадет. Он ускоряет кончину ради создания.

Можно суммировать, что для возникновения эффекта локализации (структуры) в среде (системе) необходимы три фактора. Во-первых, среда (система) должна быть открытой, т. е. в нее должны поступать вещество, энергия или информация, компенсирующие потери на рассеяние, затухание, диссипацию. Во-вторых, необходима нелинейность, обуславливающая определенные связи между гармониками (модами), которые приводят к избирательной чувствительности системы к внешним воздействиям. В-третьих, должен быть фактор, который «выедает», убирает все лишние виды движения (моды), т. е. те, которые не поддерживаются в силу нелинейности. Это может быть диссипация или некий ее аналог.

Эти три фактора являются, выражаясь математическим языком, необходимыми, но не достаточными условиями для возникновения локализации. Дело в том, что режим локализации, LS-режим, как было показано выше, не является единственно возможным для развития процессов в открытых нелинейных средах. Этот режим реализуется только в том случае, если фактор, создающий неоднородности в среде, проявляет себя интенсивнее, чем рассеивающий (диссипативный) фактор.

В процессах самоорганизации открытых нелинейных систем явным образом обнаруживается противоречивая, двойственная природа хаоса. Он то конструктивен, то разрушителен. Хаос выступает как двуликий Янус: он конструктивен через разрушительность (структура строится благодаря хаосу) и разрушителен через конструктивность (возникшие сложные структуры метастабильны, вблизи момента обострения становятся неустойчивыми). Это еще одна иллюстрация недурального мышления в синергетике — мышления в духе Востока.

Опять сошлемся на «Агни-йогу», в которой можно прочесть о двух образах Огня: «Давно сказано о двух Огнях — огонь творящий и огонь истребляющий. Если первый сияет, греет и возносит, то второй испепеляет и сжигает»⁴.

С одной стороны, конструктивность, созидательность хаоса (выход на аттрактор, на тенденцию самоструктурирования нелинейной среды) проявляется в разрушении «ненужного», чтобы на этом фоне четко проступила относительно устойчивая структура.

А с другой стороны, возникающая сложная структура лишь относительно устойчива. Длительное время, вдали от момента обострения, она существует метастабильно. Но вблизи момента обострения она имеет тенденцию спонтанно распадаться, ибо становится чувствительной к малым возмущениям, флуктуациям. Она неустойчива по Ляпунову. Малые флуктуации в реальных процессах природы существуют всегда. Но именно вблизи обострения, иначе говоря, на асимптотической стадии развития процессов, флуктуации приводят к рассинхронизации процессов (к силь-

⁴ Агни-йога: В 6-ти т. М., 1992. Т. 2. С. 106.

ному различию скоростей развития процессов) в различных фрагментах сложной структуры и тем самым к ее стохастическому распаду. Микрохаос рано или поздно прорывается на макроуровень и разрушает то, что он сам строил, стимулирует появление макроскопического хаотического, турбулентного поведения, несмотря на, казалось бы, жесткую детерминированность структуры. Так обнаруживает себя разрушительная, деструктивная сторона хаоса.

В этом заключается основа объективного хаотического поведения различных формообразований мира. В частности, как уже отмечалось в разделе 2.6 данной книги, возможно, в этом — основа объективного, а не приборного, субъект-объектного происхождения вероятностного описания квантово-механических объектов.

Наличие моментов обострения, т. е. конечность времени существования сложных структур, само по себе также поразительно. Получается, что организация (структура) существует только потому, что она существует конечное время. Жить конечное время, чтобы вообще жить! Внутри жизни имманентно заключена смерть. Или иначе: лишь смертное способно к самоорганизации. Возможно, что это один из законов эволюции. И вместе с тем это — математический результат, полученный для определенных классов сред.

Не имея возможности подробно развернуть здесь все лики хаоса, все стороны взаимоотношения хаоса и порядка (порядка в хаосе и благодаря хаосу, и хаоса — на развитых стадиях развертывания порядка), резюмируем, в чем проявляется конструктивная роль хаоса в процессах самоорганизации.

Во-первых, хаос необходим для выхода системы на один из аттракторов, на одну из возможных структур. Как мы увидим далее, хаос в научной среде — увеличение разнообразия научных идей и концепций, поощрение «инакомыслия» и «безумных идей» в смысле Бора, — необходимое условие недеформированного внутреннего динамического развития любой науки. В настоящее время предпринимаются попытки подойти к рыночной экономике с точки зрения общих принципов теории самоорганизации. Чтобы запустить процессы самоорганизующегося и устойчивого развития в нашем обществе, вероятно, необходим обобщенный рынок (рынок в самом широком плане: рынок не только товаров и услуг, но и научных и технических идей, политических платформ и стратегий действий) как некий аналог саморегулирующегося хаоса на уровне элементов социальных подсистем.

Во-вторых, хаос лежит в основе механизма объединения простых структур в сложные, механизма согласования темпов их эволюции. Хаос выступает здесь как средство усложнения организации и как средство гармонизации темпов развития различных фрагментов сложной структуры. Без хаоса структуры развивались бы в разных темпомирах, а будучи правильно (резонансно) объединенными — благодаря хаосу, проявляющемуся на макроуровне в форме разного рода диссипативных процессов, —

в единую сложную структуру, они начинают развиваться с одинаковой скоростью, происходит синхронизация темпов развития процессов в них.

Итак, хаос на микроуровне необходим для установления общего темпа развития процесса в сложной структуре горения: различные участки среды могут выгорать по-разному, но темп процесса горения (роста температуры) у них устанавливается общий. В экономических моделях предполагается, что рыночный обмен продуктами труда и информацией есть аналог хаоса (рыночный хаос), который выполняет конструктивную роль, в том числе и для синхронизации, выравнивания темпов развития стран мирового сообщества, находящихся на разных уровнях развития.

В-третьих, хаос может выступать как механизм переключения, смены различных режимов развития системы, переходов от одной относительно устойчивой структуры к другой. Хаос замыкает циклы взаимного переключения режимов (HS- ↔ LS-), противоположных по смыслу и дополняющих друг друга, о которых шла речь в подразделах 4.2.1 и 4.2.3 данной книги. Поскольку, как показано выше, неизбежен распад сложных структур из-за их неустойчивости вблизи момента обострения, то хаос в этом аспекте предстает как *средство борьбы со смертью*.

Речь идет о том, что хаос как средство гармонизации сложной структуры, как «клей», который соединяет простые структуры внутри сложной, — именно этот хаос — грозит обернуться вблизи момента обострения средством «разъедания», средством упрощения и деградации организации, рассогласования моментов обострения внутри сложной структуры. Такова дуальная природа хаоса: он и «клей», и механизм «разъедания» организации одновременно. Но этим не ограничиваются возможные метаморфозы хаоса.

Тот же хаос может «спасти» сложную структуру от грозящего ей распада, если за счет хаоса вовремя произошел переброс системы на иной, противоположный режим (HS-режим). Движение к центру сменяется растеканием, разбеганием от центра, усложнение и структурирование — упрощением и сглаживанием неоднородностей, нарастание интенсивности процессов — снижением их интенсивности и т. д., с последующей обратной сменой. Тогда как в ходе LS-режима проявляется тенденция к разрушению гармонии, к распаду созданных структур, HS-режим имеет противоположную направленность. В HS-режиме имеет место не только оживление следов, включение механизмов «памяти», встраивание прошлого в сегодняшний день, но и установление общего темпа изменения (процесса) внутри сложной структуры, прохождение «волны синхронизации». Последнее особенно важно, поскольку синхронизация, совместное действие, согласованный темп развития процессов — все это составляет существо механизмов самоорганизации.

Так можно развернуть суть глубоко диалектического представления «хаос как средство борьбы со смертью», вернее, «средство продления времени жизни сложной структуры». Относительно простые математические модели подсказывают нам новые и эвристичные образы.

Конкретные реализации хаоса-переключателя режимов в мире предстают таковыми. Хаос ответственен за переходы между разгоранием и угасанием открытой нелинейной среды, вероятно, между расширением и схлопыванием наблюдаемой Вселенной, сном и бодрствованием человека, подъемом и спадом творческой активности ученого или поэта, революционным подъемом — спадом — стагнацией экономической и политической деятельности в социуме. Вероятно, только благодаря этим колебательным режимам нелинейные системы могут динамично самоподдерживаться.

5.2. НОВАЯ ТЕЛЕОЛОГИЯ

Телеология — это такая дама, без которой не может обойтись ни один биолог, с которой, однако, никто не решится появиться публично.

Э. Брюкке

Эволюция — всегда возможность и никогда не есть судьба.

Э. Ласло

В соответствии с картиной мира, построенной классической наукой, все процессы (в замкнутых системах) идут со временем к наиболее вероятному состоянию. Таковым является, согласно равновесной (больцмановской) термодинамике, а именно ее II-му началу, состояние с наибольшей энтропией. А поскольку энтропия есть мера беспорядка системы, то процессы в замкнутых системах идут к наиболее хаотическому, дезорганизованному состоянию.

Но в строгом смысле слова замкнутые системы существуют только в моделях науки. Куда идут процессы в открытых неравновесных системах? Согласно новой, неравновесной термодинамике, аналогами II-го начала для открытых нелинейных систем являются аттракторы. Как указывалось выше, группой исследователей в ИПМ им. М. В. Келдыша РАН совместно с учеными из МГУ и Института математического моделирования РАН развивается принципиальная идея о том, что в определенных классах открытых нелинейных сред потенциально существует спектр структур (форм организации), которые могут возникнуть в них на развитых, асимптотических стадиях процессов. Причем, сколько относительно устойчивых структур может реализоваться в данной среде (системе) и какого они типа, — это определяется сугубо внутренними свойствами данной среды.

Задача аккуратного получения спектра структур открытой нелинейной среды решена пока только в частных случаях. Поэтому здесь открывается огромное поле поиска. Перед исследователями стоит фундамен-

тальная проблема определения спектра структур открытых нелинейных сред. Это, по существу, сверхзадача, близкая к задаче Гейзенберга в ядерной физике, когда требуется написать нелинейные уравнения некоей среды, которая, как самоорганизующаяся, давала бы устойчивые состояния в виде спектра элементарных частиц. Весь спектр элементарных частиц получался бы в таком случае как спектр собственных функций этого уравнения, а не составлялся бы по частям на основании опытных и экспериментальных данных.

Аналогичный подход имел бы смысл и в области астрофизики. Возможна постановка задачи о распределении (с помощью математического моделирования) всех известных астрофизических объектов (звезд, галактик, скоплений и сверхскоплений галактик) в виде спектра эволюционных форм наблюдаемой Вселенной.

Синергетикой, по-видимому, может быть инициирована постановка перед соответствующими учеными-специалистами более сложных исследовательских задач, например: определить спектр биологических форм, спектр экономических и политических структур. Эта установка тем более интересна, поскольку в сложноорганизованных системах аттракторы, как правило, просты и красивы. Словом, появляется надежда на возможность относительно простого описания сложного, понимания сложного хотя бы на уровне общих тенденций, с точки зрения возможных направлений течения эволюционных процессов в нем.

Простейшие математические модели нелинейных открытых сред свидетельствуют, что открытая нелинейная среда таит в себе определенные формы организации. Это синергетическое представление резонирует с идеями древних о потенциальном и непроявленном, в частности, с размышлениями Платона о неких первообразах и совершенных формах в мире идей, уподобиться которым стремятся вещи видимого, всегда несовершенного мира. В природе, в обществе и в человеческом сознании есть свои внутренние тенденции (стремления), и лишено смысла им противиться. Все равно они, подобно сильному речному течению, заставят двигаться в нужном направлении: в поле притяжения одного образца-аттрактора — к нему, а в поле притяжения другого образца-аттрактора — к другому. В этом смысле идеи Платона звучат совершенно конструктивно.

Проведя доскональные текстологические исследования сочинений Платона и Аристотеля, М. Хайдеггер установил глубинную связь потенциального и непроявленного с актуальным и явным через греческое понятие «истины» — *αληθεια* — буквально означающее «несокрытость». Представления об истине многозначны, порой до полярности, имеются также некоторые степени (или ступени) сокрытости. Хайдеггер пытается донести до читателя все эти оттенки. «Царство существующего, т. е. существующее в его бытии, может скрывать (прятать) себя». «Греки понимали то, что мы называем истинным, как несокрытое, более не скрытое (не таинственное)». «Аристотель говорил, что “философия ищет существующее

в своей несокрытости как существующего»⁵. Процесс обнаружения истины есть переход от темного к светлому, от сокрытого и таинственного к явному. Это есть развертывание, вывод на поверхность, проявление потаенного в природе, как мы бы сказали, асимптотик целей, «идей» развития, структур-аттракторов.

Аналогичную смысловую нагрузку несет, возможно, «маяя» в индийской философии. Маяя — это видимое, обманчивое, иллюзорное бытие, это, как мы бы сейчас сказали, некий неустоявшийся процесс, то, что еще далеко от асимптотической стадии. А переходный режим, как мы знаем, иногда полностью противоположен той картине, на которую он выйдет на конечной стадии. Мир в своей подлинности и ясности открывается нам на асимптотической стадии, когда уже совершается переход к структуре-аттрактору. «Сам переход от *αλθηεια*, как сокрытости, к истине, как правильности, есть *событие*»⁶, — разъясняет нам Хайдеггер.

Созвучные идеи можно встретить в сочинениях Лейбница: «Настоящее всегда чревато будущим, иначе говоря, всякая субстанция должна в своем настоящем выражать все свои будущие состояния»⁷. Открытая нелинейная среда пятнает себя организацией. То тут, то там она выводит на поверхность скрытые в ней формы. Это афористически выразил П. Вальери: «Мир беспорядочно усеян упорядоченными формами»⁸. Избирательность, предпочтения, некоторые внутренние стремления характерны и для неживой природы. Природа выбирает, строит на своем теле то, что соответствует ее внутренним тенденциям самоорганизации.

Идею о спектре структур нелинейной среды можно развернуть посредством трех более конкретных следствий.

1. Даже в относительно простой нелинейной среде (такой, скажем, как плазма) потенциально существует *множество* типов структур или путей эволюции. Даже в простой среде может неявно содержаться целый «зоопарк» структур самоорганизации, т. е. набор подчас весьма экзотических структур. Что же говорить тогда о таких сложных системах, как человеческий мозг или социум?

2. Не все, что угодно, будет самоподдерживаться в данной нелинейной среде (системе). Могут возникать только те структуры, которые в ней потенциально заложены и отвечают собственным тенденциям процессов в данной среде. И ничего иного в качестве метастабильно устойчивого не может быть сконструировано в этой среде. Это — своего рода *эволюционные правила запрета*.

Фактически весь наблюдаемый мир структурирован дискретным образом. В процессе эволюции живого возникли определенные биологиче-

⁵ Heidegger M. Gesamtausgabe. II. Abteilung. Bd. 34. Vom Wesen der Wahrheit. Frankfurt am Main, 1988. S. 10, 13.

⁶ Ibid. S. 17.

⁷ Лейбниц Г. Сочинения. М., 1982. Т. 1. С. 346.

⁸ Вальери П. Об искусстве. М., 1976. С. 45.

ские виды. Существуют лишь волки и лисы, лошади и верблюды, промежуточные существа невозможны. Если симбиотические существа и могут быть рождены, то они нежизнеспособны. Дискретность связана также с движением живых существ. Давно известны определенные виды движений лошади (аллюры): шаг, рысь, иноходь, галоп. В каждом из этих случаев движение конечностей лошади согласовано строго определенным образом, а переход от одного типа движения к другому совершается скачком. И бесчисленные лошадиные поколения на Земле почему-то воспроизводят все один и тот же набор движений.

Можно наблюдать характерные положения хобота слона, хвоста кошки и собаки, соответствующие вполне определенным эмоциональным состояниям или реакциям животных. Они не меняются от особи к особи и не имеют промежуточных, полувывраженных ступеней.

Психологи выделяют базовые эмоциональные состояния человека (радость, печаль, гнев, страх, удивление и пренебрежение), а также психологические типы личности (холерик, сангвиник, флегматик и меланхолик). Это, — разумеется, некие чистые, или идеализированные, эмоциональные состояния и личностные типы, но реальные человеческие эмоции и структуры поведения могут быть истолкованы как склоняющиеся к тому или иному базовому типу. Различные эмоциональные состояния связаны с высококоррелированными внешними и внутренними проявлениями человека, такими, как выражения лица, жесты, тон голоса, биение сердца и давление крови.

Типичный пример из социальной области — попытка построить социализм в России. Социальное состояние, какое замысливалось, не соответствовало внутренним свойствам и потенциям социальной среды. Не было такого состояния в числе возможных, а потому и соскользнули в совершенно иное, потенциально ждавшее. «Шел в комнату — попал в другую». В таких случаях следует либо искать пути для изменения внутренних свойств сложной системы, стало быть, для перестройки спектра возможных состояний, либо вовсе отказаться от попыток навязывания реальности того, что ей несвойственно. Это применимо и в прогностической деятельности, при построении сценариев будущего развития.

3. Этот скрытый в нелинейной среде дискретный спектр структур-аттракторов предстает как нечто идеальное, как *спектр целей эволюции*. Отсюда вытекает проблема загадочной предопределенности. Настоящее не только определяется прошлым, предысторией системы, оно строится, формируется из будущего, в соответствии с контурами грядущего. «От будущего веет незаметно ветер»⁹, — звучат в духе этого слова Ницше. Если система попала в конус притяжения аттрактора, то существует жесткая установка на определенное будущее состояние. Будущее влечет к себе, «временит» настоящее.

⁹ Ницше Ф. Так говорил Заратустра. М., 1990. С. 69.

Будущее конструктивно и активно. Не из всего, что угодно, может быть построено данное предполагаемое будущее состояние. Будущее ждет отбор тех элементов настоящего, которые конгруэнтны, подобны возникающему будущему. Завтра есть причина сегодня, ибо оно формирует сегодня, видя в нем требующие синтеза «обломки будущего».

Любопытно, что подобные телеологические мыслительные структуры критически анализирует в своем специальном исследовании Н. Гартман. Телеологические структуры таковы, что в них существует «зависимость более раннего от более позднего». «Настоящее считается определенным посредством будущего (еще не ставшего), а прошлое — посредством настоящего, “поэтому” уже должно быть в свой момент времени таким, каким оно было. Ибо при этом еще не ставшее будущее уже как-то “содержится” или “действительно” представлено в настоящем; более позднее предвосхищает (или предreshает) более раннее, ирреальное (даже то, что еще может произойти иначе) — реальное, то, что уже всецело определено»¹⁰.

Предзаданность структур открытых нелинейных систем создает иллюзию лапласовского детерминизма. Открыто или закрыто будущее с точки зрения синергетики? Будущее закрыто лишь отчасти, ибо преддетерминированы возможные формы (структуры) организации и пути к ним. Это действительно своеобразный детерминизм. Но в то же время будущее открыто, ибо то, какая из этого спектра возможных структур возникает сейчас, в момент данной неустойчивости, — определяется случайностью, флуктуациями, хаосом на микроуровне. Кроме того, в ходе эволюции изменяются и сами открытые нелинейные среды (системы), а стало быть, модифицируется и спектр возможных эволюционных структур.

В становящейся синергетической картине мира раскрывается сложная, амбивалентная природа нового. С одной стороны, оно непредсказуемо, неожиданно, эмерджентно (т. е. невыводимо из наличного), ибо прохождение через точки бифуркации делает эволюционный процесс необратимым. А с другой — новое запрограммировано, потенциально дано в настоящем. Оно есть «воспоминание старого, уже виденного», *déjà vu* (соответствующего совершенным формам, известным уже пифагорейцам и Платону); оно есть совпадение результата со скрытой установкой. П. Вальери представил это в броской, озадачивающей нас форме: «Новое по своему своему определению — это преходящая сторона вещей... Самое лучшее в *новом* то, что отвечает *старому* устремлению»¹¹. Природа нового парадоксальна: ничто не ново в этом открытом креативном, т. е. постоянно творящем новое, мире.

¹⁰ Hartmann N. Teleologisches Denken. Berlin, 1951. S. 4.

¹¹ Вальери П. Цит. соч. С. 19.

Эволюция — внутренне холистическое понятие, а Вселенная в процессе эволюции — холистическая Вселенная.

*Как в целом части все,
 послушную толпою*

Сливаясь здесь, творят,
живут одна другою!
И. В. Гёте

В нелинейном мире нарушается обычный принцип суперпозиции: сумма частных решений не является решением уравнения. Целое уже не равно сумме составляющих его частей. Оно не больше и не меньше составляющих его частей. Оно качественно иное по сравнению с вошедшими в него частями. И, кроме того, возникающее целое видоизменяет части. Коэволюция различных систем означает трансформацию всех подсистем посредством механизмов системного согласования, системной корреляции между ними.

Принципы нового синергетического холизма особенно важны в свете возможных когнитивных приложений синергетики. Ибо, как известно, синтетическая сторона мышления гораздо труднее поддается объяснению, чем аналитическая. Вопрос о том, как возможны синтетические суждения *a priori*, был центральным в гносеологии Канта. Загадка соединения есть, по сути, загадка творчества, созидания. Тейяр де Шарден выразил это почти в поэтической форме: «Créer, c'est unir», что означает «создавать значит соединять (объединять)». В синергетике это представление обретает форму принципа «единство через разнообразие».

Холизм в синергетике носит эволюционный характер. В сложной структуре объединены структуры «разных возрастов», разных стадий развития. Выясняются принципы объединения таких разновозрастных структур в более сложную.

5.3.1. Объединение структур через установление общего темпа развития

Синтез простых структур в одну сложную структуру происходит в определенных классах нелинейных сред посредством установления общего темпа их эволюции. Известно, что независимые, с непересекающимися областями локализации, структуры разного возраста имеют разный темп

эволюции, как бы «живут» в разных темпомирах. Каким же образом эти структуры могут попасть в один темпомир? В основе механизма синхронизации их темпа развития лежит хаос, проявляющийся на макроуровне в виде рассеивающих процессов разного рода (теплопроводности, вязкости и т. д.).

Например, различные фрагменты сложной структуры горения нелинейной среды, как правило, горят с разной интенсивностью. Но, будучи топологически правильно объединенными, они начинают «жить» в одном темпомире, так как у них устанавливается общий момент обострения, одинаковый темп развития процесса горения. Осуществляется как бы взаимная поддержка быстро и медленно горящих структур внутри сложной. Структуры, более интенсивно горящие, через теплопроводность отдают определенную часть выделяющейся энергии структурам, медленно горящим.

Заметим, что возможно объединение не каких угодно структур, находящихся не на каких угодно стадиях развития и осуществляемое не произвольным образом. Топологически правильное объединение — это объединение структур в соответствии с собственными функциями среды, иначе говоря, в соответствии с собственными тенденциями организации среды. Сформировавшаяся при этом сложная структура представляет собой суперпозицию ряда структур разного возраста, области локализации которых определенным образом перекрыты.

5.3.2. Как ускорить темп развития?

Вторая закономерность нового холизма — это *увеличение темпов развития сложной структуры*, если она топологически правильно сформирована из ряда простых структур.

Объединяясь в сложную, структуры не просто складываются, входят в неизменном, недеформированном виде. Они определенным образом трансформируются, наслаиваются друг на друга, пересекаются, при этом какие-то их части выпадают, отсекаются. Как говорят физики, имеет место перекрытие с дефектом энергии. Это означает, что объединение приводит к экономии: фигурально выражаясь, к уменьшению «выжигания среды», к меньшему расходу материальных и духовных затрат, прилагаемых усилий. Сформировавшаяся сложная структура начинает развиваться быстрее, благодаря вошедшей с ней в контакт структуре из более быстрого темпомира она приобретает меньший момент обострения. В результате объединения сложная структура попадает в более быстрый темпомир, чем темпомир самой быстро развивавшейся простой структуры, ставшей ее частью.

В одной из математических моделей объединение происходит как малое отклонение от среднего фундаментального решения, в котором температура в центре бесконечна и падает по некоторому закону. Когда простые структуры объединяются в сложную, они фактически реализуют

часть этого фундаментального решения. Следующий уровень объединения структур, возникновение следующего (с большими показателями нелинейности) слоя иерархической организации нелинейных сред, реализует в своих наиболее сложных структурах еще большую часть этого решения. Причем каждый новый способ топологически правильного объединения структур ускоряет темп развития целого и составляющих его частей.

По мере объединения все большего количества структур, по мере восхождения по иерархической лестнице нелинейных сред простые структуры внутри сложных структур постепенно выстраиваются как дополняющие друг друга куски, «мозаичные камни» некоего великого и совершенного целого — фундаментального решения. Как сказали бы древние индусы, они «реализуют тело бога». Выражаясь современным сциентистским языком, объединяющиеся структуры все более приближаются к сверхорганизации, которая имеет место при интеграции неограниченного количества структур и бесконечной нелинейности. Фундаментальное решение (а в других постановках гомотермическое решение) есть, по сути дела, математический образ этой сверхорганизации.

5.3.3. Симметрия и асимметрия

Новые принципы объединения структур связаны с новыми закономерностями соотношения *симметрии* и *асимметрии*. Мы не будем здесь развешивать эту большую тему. Отметим только, что на математических моделях объединения и эволюции структур нелинейной среды обнаруживается аналогия с нарушением симметрии правого и левого, являющимся, как известно, фундаментальным условием для эволюционного скачка от неживого к живому.

Проведены исследования эволюции нестационарных диссипативных структур нелинейной среды в одномерном (радиально-симметричном) случае¹². Показано, в частности, что могут получаться падающие к центру профили температуры у четных собственных функций среды. При стремлении LS- к S-режиму увеличивается число собственных функций и их сложность, а в центре образуется пустота. Возникает слоеная структура наподобие атомных оболочек. Пока получена только структура с одной оболочкой. Вообще говоря, могут возникать более сложные структуры с несколькими оболочками, находящимися на разных расстояниях от центра.

Любопытно, что эволюция четных функций (функций, описывающих структуры с четным количеством максимумов) и нечетных функций (фун-

¹² См. об этом: Димова С. Н., Касчиев М. С., Курдюмов С. П. Численный анализ собственных функций горения нелинейной среды в радиально-симметричном случае // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1989. Т. 29. № 11. С. 1683–1704.

кий, описывающих структуры с нечетным количеством максимумов) происходит по-разному. Нечетные функции при стремлении LS- к S-режиму вырождаются в одно решение с центральным максимумом. А четные функции отходят от центра, образуя в центре пустоту и слои вокруг центра. Сам факт исчезновения симметрии между четными и нечетными функциями имеет важное значение.

Понятно, что сложные структуры могут образовываться только в результате эволюции четных функций. Выбор четности означает бифуркационный поворот эволюции к сложности. Кстати, древние утверждали, что сложные структуры мира имеют в центре пустоту. Они «устроены» по аналогии с «кувшином». Качественный и, в особенности, мировоззренческий, смысл этих результатов математического моделирования и вычислительного эксперимента для сред с очень сложными структурами нуждается в дальнейшем развертывании.

5.3.4. Прошлое и будущее «впечатаны» в архитектуру структуры

Пространственная конфигурация, «архитектура» сложной эволюционной структуры информативна. Время в этой структуре как бы снимается. Это означает, что различные временные этапы эволюции этой структуры присутствуют в ней в превращенном виде (одновременно преодолеваются и удерживаются), «впечатаны» в ее архитектуру. Информацию об истории и перспективах развития этой структуры можно извлечь, анализируя синхронический срез данной структуры в настоящий момент времени.

Определенные фрагменты (пространственные области) синхронического среза структуры показывают характер прошлого развития структуры в целом, а другие фрагменты — характер ее будущего развития. Иначе говоря, сложную структуру можно представить как пространственную развертку различных дискретных, выделенных эволюционных стадий развития структуры.

Если структура развивается с обострением в сбегаящемся к центру режиме (LS-режиме), то наличный ход процессов в центре является индикатором прошлого развития всей структуры, а ход процессов на периферии сейчас — индикатором ее будущего развития. Если же структура развивается в режиме неограниченно разбегающейся волны (HS-режиме), то, наоборот, информация о будущей картине развития структуры в целом содержится сейчас в ее центре, а о прошлой картине — на ее периферии.

Эта интересная закономерность пространственной организации сложных эволюционных структур вытекает из того факта, что структуры-аттракторы описываются инвариантно-групповыми решениями. Это строго доказано для определенного, достаточно широкого класса нелинейных уравнений. И даже когда нелинейное уравнение не допускает инвариант-

но-групповых решений, на асимптотической стадии оно может вырождаться в уравнение, имеющее такого рода решения (последнее обстоятельство связано с упрощением процессов на асимптотической стадии). В инвариантах, как известно, пространство и время не свободны, а определенным образом связаны друг с другом. Отсюда и возникает возможность извлекать информацию о прошлом и будущем развивающейся структуры из синхронического среза структуры-аттрактора, из наличного хода процессов в разных пространственных участках этой структуры.

Этот результат синергетики коррелирует с некоторыми гегелевскими представлениями. Так, по Гегелю, природа как внешнее обнаружение духа, по сути, не разворачивается во времени, а лишь разнообразится в пространстве. В ее развитой форме сосуществуют прошлое и настоящее, низшее и высшее, еще не развернутое, потенциальное и всеобъемлющее, снимающее все¹³. А спектр различных типов сознания в «Феноменологии духа» — это веер, синхронически развертывающий некоторые характерные и цельные исторические маски сознания: эволюционные ступени общественного и индивидуального сознания.

Будущее и прошлое в сложной эволюционной структуре наличествуют сегодня, присутствуют на равных правах с настоящим. Синергетическое видение мира — это умение усмотреть в сегодняшнем состоянии нелинейной системы те фрагменты, в которых процессы сейчас протекают так, как они шли во всей системе в прошлом, и те фрагменты, в которых процессы сейчас идут так, как они будут идти во всей системе в будущем. Причем это — элементы готового, нереконструированного прошлого и реального, несмоделированного будущего. Парадоксально, но это означает, что не обязательно заниматься археологией знания, материальных ценностей и т. п., по крохам собирать прошлое, а достаточно знать, в каком фрагменте сегодняшней структуры архаические элементы представлены в их целостности. Равным образом, можно не только строить модели будущего и прогнозировать его, но и научиться отыскивать его также и в соответствующих «уголках» настоящего.

Провидцы и мистики издавна представляли перед людьми как обладатели особых способностей угадывать будущее и описывать прошлое человека по некоторым деталям сегодняшнего его состояния. Этими фантастическими способностями (в отношении всего человеческого рода) облада-

¹³ Конечно, это — перетолковывание гегелевских идей. В «Философии природы» можно буквально прочесть, что природа как инобытие идеи представляется Гегелю «чем-то несотворенным, вечным... А вечность есть абсолютное настоящее, есть "теперь" без "до" или "после"» (*Гегель Г. В. Ф. Энциклопедия философских наук*. М., 1975. Т. 2. С. 27). А также то, что «каждая ступень представляет собой своеобразное царство природы, и все они кажутся имеющими самостоятельное существование; но последнее царство природы есть конкретное единство всех предыдущих, как и вообще каждая последующая сунепь содержит в себе низшие ступени...» (Там же. С. 42).

ет Заратустра у Ницше. Будущее для Заратустры является очевидным сегодня: «Я хожу среди людей как среди обломков будущего: того будущего, что вижу я»¹⁴.

Прошлое также присутствует сегодня. «Многие поэты (Гёльдерлин, Блок, Гумилев и др.) сообщали о своей глубокой причастности к культурам прошлого, которую они переживали как реальную часть своего бытия, — резонируют с синергетикой слова В. В. Налимова. — ...Личность живет не только в сейчасности настоящего, но и в сейчасности прошлого»¹⁵.

Каждый специалист смотрит на свой предмет исследования особыми глазами. Так, опытному лингвисту сегодняшнее состояние языка говорит о многом. Язык предстает перед его глазами как сложная структура, в которой пересекаются, наслаиваются друг на друга, сосуществуют языковые структуры самых разных исторических стадий развития языка, вплоть до праязыка и языка неологизмов, который вступит в силу, скажем, через век. Что касается прошлого, то можно установить, какие элементы современного языка символизируют прошлое и какой давности это прошлое. Язык наших предков «живет» в нас сегодня, но отнюдь не всем дано остро чувствовать и понимать его. Показательно в этой связи высказывание выдающегося швейцарского лингвиста Ф. де Соссюра, сравнивающего язык со сложной структурой исторического формирования ледника: «Подобно тому, как по краям ледников можно наблюдать морены, так и всякий язык являет собой некоторым образом картину поразительного скопления всяких предметов, которые он тащит за собой на протяжении веков, но это такие предметы, которые можно датировать и датировать совершенно различными эпохами»¹⁶.

5.3.5. «Самовсплывание» структур памяти

Существенное различие стадий развития процессов, представленное в различных рядоположенных структурах, может приводить к тому, что один процесс служит фоном для развития другого, существует потенциально, в латентном виде, тогда как другой уже достаточно развит и даже подходит к моменту обострения (максимального развития).

Пространственный мир у таких рядоположенных структур один и тот же. А темпомиры — разные. Пространственно смежные структуры на сильно различающихся стадиях развития, не будучи объединенными в единую сложную структуру, как бы живут в разных темпомирах. Они могут существовать, «не чувствуя» друг друга. При этом медленно развивающиеся структуры могут рассматриваться как слабый, близкий к нулево-

¹⁴ Ницше Ф. Сочинения. Т. 2. М., 1990. С. 100.

¹⁵ Налимов В. В. Спонтанность сознания: Вероятностная теория смыслов и смысловая архитектура личности. М., 1989. С. 190.

¹⁶ Соссюр Ф. де. Заметки по общей лингвистике. М., 1990. С. 40.

му фон для структур быстро развивающихся. Причем здесь существует тонкая грань между тем, создается ли этот фон несопоставимо медленно развивающейся смежной особой структурой или неразвитым, скрытым фрагментом единой сложноорганизованной структуры (а может быть, отождествившись с целым фрагментом).

Таковы, например, различные подсистемы сложной, иерархически организованной системы человеческого сознания: ушедшие в подсознание (ушедшие в другой, медленный темпомир) инстинкты, автоматизмы, огромные блоки чувственной и понятийной информации, кажется, никак не влияют на сознательную жизнь человека. Или, скажем, возможны симбиозные социальные структуры (рыночная и феодальная структуры в до-революционной России, кастовые и либерально-рыночные отношения в Индии и т. п.).

Как правило, ничто не проходит бесследно. След от всего прошедшего скрыт в сложных эволюционных структурах как некий незаметный, казалось бы, всецело релаксированный, фон. Так же и следы будущего (асимптотики, цели развития) присутствуют в среде уже сегодня как зародыши еще не ставшего, неразвитого. Среда в этом смысле выступает как носитель будущих форм организации (структур). На первоначально однородном ее поле среды начертана ее судьба.

Что касается системы человеческого Я, то современная наука располагает определенными данными, что человек, вообще говоря, помнит все, что когда-то им было произнесено, прочитано, получено в виде образов, однако он активно использует в своей деятельности лишь ничтожную часть этого гигантского багажа. Человек запечатлевает в себе не только свой онтогенетический опыт. «Человек всегда носит с собою свою историю и историю человечества», — подчеркивает К. Юнг¹⁷. Есть определенные предположения и некоторые данные психоаналитических исследований, что человек обладает и филогенетической памятью, памятью о развитии человеческого рода.

Фрагменты этой филогенетической памяти могут быть вызваны в сознание и вербализованы посредством гипноза. Сейчас появляются сообщения об исследованиях, когда «испытываемый репродуцировал в состоянии гипнотического транса — события, имевшие место за 100–200 лет до его рождения, и по просьбе гипнотизера описывал в подробностях все, что с ним тогда происходило. При этом, когда исследовательская группа выезжала в описанную им местность и документально проверяла, сопоставляла факты и события, ранее происходившие здесь, и «воспоминания» испытуемого, то выяснялось, что все описанные детали вплоть до диалекта, на котором говорили здесь два века назад, совпадали»¹⁸. Эти факты не только удивляют, но и выглядят как чудеса.

¹⁷ Юнг К. Г. Психологические типы. М., 1920. С. 18.

¹⁸ Киселева Л. А. Философские проблемы психорегуляции, самосовершенствования и резервных возможностей человека // Философские науки. 1990. № 8. С. 122.

Синергетика, предлагая нетрадиционный взгляд, может попытаться найти подходы к объяснению механизмов «записи» филогенетической памяти и самовсплывания, саморасшифровывания ее следов.

След будущего в человеке — это осознаваемые и неосознаваемые установки, и то, что в настоящем уже объективно, но, может быть, неявно, подспудно для него, олицетворяет потребное будущее. И здесь возникает также немало открытых для исследования проблем.

Как уже отмечалось выше, широкий класс нелинейных математических уравнений, описывающих эволюцию структур в открытых нелинейных средах, обладает инвариантно-групповыми решениями. Связь пространства и времени, таким образом, осуществляется через инварианты, которые описывают процессы на асимптотической стадии, структуры-аттракторы, цели эволюции. Это обстоятельство и создает возможность отыскивать элементы прошлого и будущего в наличных структурах нелинейного мира.

Некоторые из инвариантов нелинейного мира, в частности, инварианты типа бегущей волны ($S = x + D t$), похожи на инварианты СТО (специальной теории относительности) $ds^2 = dx^2 - c^2 dt^2$. Но наряду с аналогичными существуют и такие, которые принципиально отличны от инвариантов СТО. Здесь мы имеем дело, например, с отношением, где пространственная величина — в числителе, а временная — в знаменателе ($\xi = x / A (t_f - t)^n$), тогда как в СТО — с некоторой суммой величин пространственного и временного характера. И следствием этого являются особенности нестационарных структур нелинейного мира, «живущего с обострением» (t_f — момент обострения).

Инвариантные решения, по определению, — это то, что сохраняется в процессе эволюции, в данном случае — в развитой (установившейся) стадии эволюции структур нелинейного мира. Инвариантные решения предельно просты и, казалось бы, мало информативны. Но поскольку они касаются всякой установившейся стадии эволюции, то установившийся ход эволюции, все эволюционное богатство как бы свернуто, имплицитно представлено в инвариантных решениях. Все стадии развертывания процессов в открытой нелинейной среде, все стадии эволюции структур как бы останавливаются и схватываются в инвариантных решениях. Зная как перейти от инвариантных решений к реальным переменным, мы можем вновь развернуть увязанные в инварианты пространство, время и архитектуру структуры.

Инвариантно-групповые решения связаны с определенными пространственно-временными симметриями. Если рассуждать об установившихся процессах исходя из чисто временной эволюционной симметрии, то было бы возможно по определенной временной части (эволюционной стадии) процесса развития восстановить целое, весь процесс. Исходя из чисто пространственной (топологической) симметрии, было бы возможно восстановить по определенным пространственным частям (локальной конфигурации) структуры ее вид в целом. В данном же случае мы имеем

пространственно-временную симметрию инвариантно-групповых решений описывающих структуры-аттракторы эволюции. Все стадии эволюции оказываются связанными определенными пространственно-временными преобразованиями.

Информация о прошлом сложной системы часто содержится в центральной ее части. Последняя является наиболее древней частью в том случае, если эта система развивалась в схлопывающемся к центру режиме с обострением (LS-режиме). А это, в свою очередь, имело место тогда, когда мощность нелинейного источника превосходила интенсивность рассеивающего (диффузионного) фактора.

Центральную часть можно было бы назвать в этом случае носителем «памяти» системы, если бы это прошлое было воспроизводимо. Но, кроме того, известно, что память — долговременная, краткосрочная, моментальная и т. п. — содержит ряд слоев. Можем ли мы связать процессы, протекающие на разных расстояниях от центра системы, с разными временными этапами прошлого этой системы, расстояние от центра — с временем обострения? Иными словами, можно ли предположить, что двигаясь к центру, мы как бы проникаем все дальше вглубь истории, и, наоборот, удаляясь от центра, приближаясь к периферии системы, к застывшим оболочкам, высвечиваем черты предстоящего будущего? В принципе это могло бы быть одной из конкретных постановок задачи для дальнейшего исследования.

Если развивать предлагаемый здесь подход применительно к конкретным сложным системам мира, то открываются возможности выдвинуть ряд весьма неожиданных, хотя и непроверенных моделированием, пока чисто умозрительных идей. А умозрение полезно как выдвигающее подсказки для последующего строго научного поиска. Есть основания рассматривать атом как некую разновозрастную структуру, которая «собрана» из отдельных, выделенных стадий развития, соответствующих дискретному набору структур с разными моментами обострения. Если «жизни» атома правомерно сопоставить LS-режим, то ядро как наиболее продвинутое в будущем часть было свернуто, сжато в меньшие размеры. А внешние застывшие оболочки соответствуют медленным процессам, процессам с большими t_p , ранним стадиям эволюции, прошлому. Но возможно и другое толкование. Прошлое может определяться близостью к моменту обострения, а будущее — отдаленностью от него. Тогда kern структуры, ядро атома — это прошлое, это наиболее древняя часть. А оболочки, кора структур образуют огибающую, олицетворяющую постепенно выстраиваемое будущее.

В соответствии с синергетическими представлениями можно рассмотреть и объекты мегамира. Согласно некоторым предположениям, в центре нашей Галактики находится черная дыра. Можно предполагать, что наша Вселенная находится в стадии HS-волны разлета и охлаждения, повсеместного роста масштабов. В таком случае центру структур соответствует достаточно отдаленное будущее.

Аналогично, и бессознательное в человеке — это глубины, тайники; подвалы человеческого Я. В бессознательное, в автоматизмы ушли, в частности, первичные инстинкты человека (пищевой, половой, поисковый и т. п.), олицетворяющие филогенетическую память человека. Они хранят нашу связь с пралюдями и даже, как утверждают сегодня социобиологи, с нижележащими биологическими видами.

Как возможно расшифрование записей памяти систем, угадывание следов памяти в настоящем? Выше уже обсуждалась гипотеза о том, что для нестационарных, эволюционирующих систем с сильной нелинейностью, по-видимому, характерны внутренние ритмы типа инь-ян, смена режимов сбегания LS- (локализации) и разбегания волны HS- (стирания неоднородностей). Если данный подход является правильным, то можно представить себе процесс самопроявления следов «памяти» у такого рода систем. Тогда за процесс «воспоминания» системы ответственно некоторое естественное циклическое возвращение на структуру-аттрактор.

Если сначала развивался LS-режим с обострением, уводящий организацию с большого масштаба на малый, режим с повторением в сокращающихся масштабах на промежуточных стадиях структурной организации, то затем в случае сильной нелинейности посредством флуктуации (т. е. совершенно случайно, автоматически) может произойти переход на иной, HS-режим. Последний некоторое время существует метастабильно. Тогда можно ожидать, что ушедшие в глубокие центральные слои, на меньшие масштабы, структуры «памяти» системы сами «всплывают». Имеет место проторение прежних путей, оживление старых следов, т. е. возобновление структуры на макроуровне. Непроявленное (или «тонкое», следы прежних процессов) вновь становится проявленным, осязаемым и видимым, свернутое и глубоко скрытое разворачивается и выходит на поверхность. Вообще говоря, возможно периодическое «самовсплытие» структуры «памяти».

Отметим, что подобный механизм предполагался в буддийском учении о едином и непрерывном потоке элементов бытия (дхарм), которые мерцательно проявляются для нас. «Дхармы сами всплывают на момент из сверхбытия в бытие, из которого они сейчас же уходят. Процесс выплывания дхарм, то есть их “рождение”, а также их “исчезновение”, безначален во времени. Бесконечная цепь проявлений составляет иллюзию длящегося эмпирического бытия»¹⁹.

Но может оказаться, что этого естественного, спонтанного переключения режимов надлежит долго ждать. В таком случае можно воздействовать на структуру не случайной, а топологически правильной внешней флуктуацией и вынужденно переключить процесс на режим самовсплывания и саморасшифровывания прошлых следов.

¹⁹ Розенберг О. О. Труды по буддизму. М., 1991. С. 111.

5.3.6. Встреча темпомиров

В новом холизме встают проблемы объединения сильно различающихся по темпам эволюции структур. Как возможно проникновение в далекое прошлое и далекое будущее? Как войти в контакт с прошлым, с праорганизацией или с будущим, со сверхорганизацией? Как возможна встреча темпомиров?

Центральная проблема здесь — это единение, включение элементов мира во все более сложную организацию. «Прилепление» к единому, к Богу всегда было задачей мистиков и йогов. Практика медитации по своей сути означает гармонизацию мозга (и сознания) для создания на его поле структур, способных уходить в далекое прошлое и в далекое будущее, для реализации заключенной в подсознании и видовом сознании информации об истории или для ускоренного пути к сверхорганизации.

Фактически христианская религия говорит то же самое. Страшный суд — это ведь тоже в некотором смысле единение: все, кто до этого жил, как бы встают из могил, все их души появляются в одно время, в одном пространстве, в одной и той же среде.

Пути единения, слияния с Абсолютом, встраивания человеческого мозга (и сознания) во Вселенский Разум и на Востоке (в мистических концепциях индуизма и в практике йоги), и на Западе (в религиозных учениях) мыслились, по своей глубинной сути, практически одинаково. На это обратил внимание Р. Роллан: «Божественная Бесконечность, Абсолютное Божество, имманентное и трансцендентное, изливающееся в непрерывном потоке *Natura Regum* и сосредоточивающееся в ничтожнейшей из ее частиц, — Божественное Откровение, разлитое по Вселенной и начертанное в глубинах души, — великие Пути единения с бесконечной силой и, в частности, путь полного Отрицания, “обожествление” боговдохновенного, отождествляемого с Единым, — все это выражено Плотиним Александрийским и первыми творцами христианской мистики с мощью и красотой, которые ни в чем не уступают монументальным построениям Индии»²⁰.

Возможные путешествия в прошлое и будущее посредством машины времени давно являются предметом измышлений писателей-фантастов. Рэй Брэдбери, например, рисует встречу разных темпомиров как встречу их представителей — землянина и марсианина: один идет из прошлого, а другой из будущего. При этом он справедливо отмечает трудность установления, кто олицетворяет прошлое, а кто будущее, трудность выбора единой шкалы времени. Если время определяется близостью к моменту обострения, то более развитая и быстро развивающаяся цивилизация может, она — структура из будущего. А менее развитая и медленно развивающаяся — старше, она — структура из прошлого.

²⁰ Роллан Р. Вселенское евангелие Вивекананды // Собр. соч. Л., 1936. Т. 20. С. 8.

Марсианин закрыл глаза и снова открыл их.

— Тут может быть только одно объяснение. Все дело во Времени.

— Да-да. Вы — создание Прошлого!

— Нет, это вы из Прошлого, — сказал землянин, поразмыслив.

— Как вы уверены! Вы можете доказать, кто из Прошлого, а кто из Будущего? Какой сейчас год?

— Две тысячи второй!

— Что это говорит мне?

Томас подумал и пожал плечами.

— Ничего.

— Все равно, что я бы вам сказал, что сейчас 4462853 год по нашему летоисчислению. Слова — ничто, меньше, чем ничто! Где часы, по которым мы бы определили положение звезд?

— Но развалины — доказательство! Они доказывают, что я — Будущее. Я жив, а вы мертвы.

— Все мое существо отвергает такую возможность. Мое сердце бьется, желудок требует пищи, рот жаждет воды. Нет, никто из нас ни жив, ни мертв. Впрочем, скорее жив, чем мертв. А еще вернее, мы как бы посередине. Вот: два странника, которые встретились ночью в пути. Два незнакомца, у каждого своя дорога²¹.

Миры, галактики, цивилизации, каждая из этих структур развивается в своем темпе, находится на своем пути и на своем этапе развития. Каждая, если можно так выразиться, имеет свой маршрут на вселенском поле путей развития. Что может сказать синергетика о возможном «касании» разных темпомиров, о возможных встречах их представителей?

Фактически возможна постановка двух различных вопросов:

1. Как построить возможные сложные структуры в нашем темпомире?

2. Как попасть в другой темпомир, начать жить с другим моментом обострения: «прилепиться» к сверхорганизации или же «спуститься» в менее развитый замедленный темпомир?

Выше уже говорилось о возможной модели мира как иерархии темпомиров. Из-за конечного числа собственных функций в задаче Коши (задача без краевых условий) при $\xi \rightarrow 0$, т. е. на квазистационарной стадии, существует набор квазигомотермических решений. Этот набор квазигомотермий может быть истолкован как набор аналогов зарядов или же дискретный набор чем-то выделенных темпомиров, которые могут взаимодействовать друг с другом. Выше некоторого разделительного решения (реальной гомотермии) — миры с «положительной энергией», а ниже — миры с «отрицательной энергией» (аналоги миров Дирака). Это — своеобразные миры и антимир. Не исключено, что эта модель может быть

²¹ Брэдбери Р. О скитаниях вечных и о Земле. М., 1987. С. 250.

использована для рассмотрения разных состояний, к примеру, человеческого мозга, разных уровней его подсознания, сознания и сверхсознания.

Поскольку структуры на развитой стадии — автомодельные, т. е. проходят одни и те же стадии развития, один путь от прошлого к будущему, более развитому состоянию, то в некотором смысле нельзя попасть в свое прошлое, а можно попасть только в прошлое похожих структур. Аналогично, можно попасть не в свое будущее, а только в будущее похожих структур, в их автомодельную, похожую стадию, общую для разных законов развития, для разных структур.

Возможно спонтанное включение, самовключение простых структур в более сложную, в миры с другим моментом обострения. Например, интуиция как самодостраивание — это не просто «прилепление» к сложной структуре методом резонансного возбуждения извне, но и инициирование процесса перехода от простой структуры к более сложной, т. е. самовключение этой структуры в ансамбль структур, который, вообще говоря, может начать развиваться с другим темпом, приобрести другой момент обострения.

Далее естественным образом встает вопрос: любые ли структуры, любые ли темпомиры можно объединить? Спектр собственных функций нелинейной среды построен в одномерном случае и — с определенным приближением — в двумерном, следовательно, по крайней мере для определенных типов сред число возможных структур ограничено. А поэтому можно составить только определенное количество комбинаций, соединений структур с разными максимумами и с разными моментами обострения — в сложные структуры. Других комбинаций в этой среде не допускается. Существует дискретный набор структур с разными моментами обострения, которые могут быть объединены в более сложную организацию.

Чтобы объединиться с другими организациями, в том числе со сверхорганизацией, чтобы начать функционировать в системе единого кольца цивилизаций, подобной той, о которой мыслил И. Ефремов, нужно иметь определенную конфигурацию, подходить по определенным параметрам. Нужно иметь вполне определенную, а не какую угодно степень связи с ними.

Нетривиальный вывод состоит в том, что такое объединение благодаря LS-режиму и, следовательно, сокращению масштабов, можно искать не в макространствах, не в связях с другими галактиками, а в связях с микропространством, т. е. при уходе этих структур на малые масштабы. Быть может, в поисках контакта со сверхорганизацией стоит вести не прием слабых космических сигналов от внеземных цивилизаций, а «спускаться» вглубь микромиров, представить себе «бесконечность мыслимой природы в сжатых границах атома», «неисчислимые вселенные в этом атоме»²², о чем писал еще в середине XVII века французский мыслитель Блез

²² Паскаль Б. Мысли // Ларошфуко Фр. де. Максимумы. Паскаль Б. Мысли. Лабрюйер Ж. де. Характеры. М., 1974. С. 122.

Паскаль. Не исключено, что может иметь смысл поиск связей с неким вакуумом и с теми сложными организациями, которые на нем построены. Ибо именно в LS-режиме создается сложная дифференцированная организация, уходящая в невидимые для нас микромаштабы, в бездны бесконечности и небытия.

Объединяясь с будущим, со сверхорганизацией, ушедшей ближе к моменту обострения t_p , мы ускоряем свои собственные процессы. А объединяясь с прошлым, с предками, с праорганизацией, мы замедляем свой темп развития. Йоги, например, замедляя все свои процессы, пытаются уйти в медленный темпомир хотя бы своего подсознания.

Далее возникает вопрос, каким образом объединяются разные темпомиры. Имеет место «касание» темпомиров или их «взаимопроникновение»? И если имеется связь с другими темпомирами хотя бы в некоторых точках пространства и времени, то можно ли рассматривать наш темпомир как замкнутую систему? Не означает ли это уже принципиальную открытость нашей системной организации, существование единой всепроникающей вселенской связи, близкой к восточному образу «всё во всём»?

Автомодельные, развитые стадии эволюции структур описываются инвариантно-групповыми решениями. А в инвариантах пространство и время слиты, тесно завязаны друг на друга. Стало быть, возможное пространственное касание разных темпомиров означает и их временное касание, смыкание стадий развития.

Именно инвариантное описание (например, автомодельные решения), по определению, есть то, что сохраняется при сжатии масштабов в LS-режиме и расширении в HS-режиме. Записанная в инвариантных решениях информация о ходе процессов как бы застывает. Все остальные стадии процессов накладываются благодаря растяжению или сжатию масштабов по определенному закону на эту застывшую, автомодельную стадию. Область интенсивного «горения» в LS-режиме сужается. Внешняя часть структуры вне ее ядра застывает и выпадает в другой темпомир. Наиболее быстро «горящая» часть уходит на малые масштабы, оставляя более медленно «горящие» следы, расходящиеся от центра. В дальнейшем, благодаря смене инь-ян, благодаря переключению на HS-режим, может начаться восстановление старых следов, устанавливается связь со старыми структурами, с «памятью среды».

Предположение о смене режимов HS- и LS-, инь и ян позволяет построить другой парадоксальный образ — образ взаимопроникающих друг в друга (а не просто сосуществующих, рядоположенных) темпомиров. Прошное диффундирует, «просачивается» в настоящее. А будущее так же проникает, пронизывает настоящее. Будущее может быть вызвано в настоящем, подобно тому как в мистической практике вызывают черта или ангела. «Завтра» и «вчера» могут быть проявлены в «теперь».

При колебаниях инь-ян (прорывах к новому и возвратах к старому) разные темпомиры могут где-то, на определенных стадиях развития, пересекаться. То есть на определенных стадиях развития мы можем всту-

пать в связь с другими темпами (с праорганизацией и со сверхорганизацией), а на других стадиях практически полностью прерывать эту связь. А раз «перекрытие» имеет место на определенных стадиях развития, значит, оно имеет место и на определенных точках пространства.

Поэтому могут быть времена, стадии развития нашего реального собственного мира, когда мы близко подходим к другому темпу (например, к сверхорганизации) и интенсивно с ней взаимодействуем. Бесконечно сложное, сверхорганизация, сверхжизнь, о которой мыслил, скажем, Тейяр де Шарден, не бесконечно удалена от нас, а может возникнуть и проявиться на промежуточной асимптотике. Неограниченно отдаленное от нас будущее (абсолютное будущее) непосредственно существует и влияет на нас, например, во время сна без сновидений. Недостижимая асимптотика оказывается достижимой уже сегодня.

5.4. НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ

*Кто поднялся на цыпочки, долго не устоит.
Большими шагами далеко не продвинешься.
Кто сам себя выставляет, не излучает света.
Кто сам себя восхваляет, того не замечают.
Кто нападает, ничего не добьется.
Кто следует дао, но видит в этом пустые
хлопоты.*

*Такого никто не любит,
И поэтому дао-человек не делает этого.
Дао-дэ-цзин*

Синергетическое мировидение позволяет по-новому подойти к проблеме эффективного управления развитием сложных систем (когнитивных социоприродных, экологических, географических, экономических и т. п.).

С точки зрения синергетики неэффективное управление природной, когнитивной или социальной системой заключается в навязывании системе некоей формы организации, ей несвойственной, чуждой. Такое управление — в лучшем случае — делает все человеческие усилия тщетными, «уходящими в песок», а в худшем — даже наносит настоящий вред, приводит к нежелательным и трудно исправимым кризисным состояниям. С такого рода «эффектом бумеранга» сталкивается человек, если он не принимает во внимание неоднозначные, нелинейные обратные воздействия сложноорганизованных иерархических систем на человека, человечество, биосферу, космос.

Знание принципов самоорганизации сложных систем дает новые надежды. Уже одна синергетическая идея о поле путей развития всякой нелинейной среды позволяет человеку оптимистично смотреть в будущее.

Действительно, во-первых, раз существует множество путей развития, т. е. путь развития не предопределен, не единственен (даже в самых простых системах природы), значит, у человечества есть возможность выбора лучшего, оптимального для него пути.

Во-вторых, хотя путей развития может быть очень много, их количество не бесконечно. Следовательно, реализуемы в данной нелинейной системе далеко не все те направления развития, которые представляются желательными субъекту управления. Знание ограничений, того, что в принципе нельзя осуществить в данной среде, знание своего рода эволюционных принципов запрета — это само по себе очень ценное для человека знание. Человек знает, к примеру, что нельзя изобрести вечный двигатель, черпать энергию из ничего. И тогда он уже не будет тратить материальные средства, время и свои собственные усилия впустую.

В-третьих, человек может рассчитать оптимальные для себя — и, что не менее важно, осуществимые — сценарии развертывания событий. Зная спектр структур-аттракторов развития, он может описать, как должна строиться эта будущая желательная для него организация элементов мира. И самое главное — руководствуясь целями-аттракторами, идеалом, он обретает возможность правильно инициировать желательные направления самоструктуризации систем уже сегодня, не дожидаясь осуществления длительного процесса их собственного выхода на нужные аттракторы.

Стало быть, человек в состоянии ускорить эволюцию, — сократить многочисленные блуждания постепенного эволюционного пути, избежать тех нелепых и пустых попыток, которые все равно будут разрушены, размыты диссипативными процессами. Ведь ни одна сложная живая система в ходе своего онтогенеза не повторяет весь филогенетический путь эволюции. Она сокращает его в миллиарды раз, научившись составлять генетические программы, матрично дублировать, сразу выходить на почти идеальные, совершенные формы. Вся природа устроена так, что в ней имеют силу принципы экономии и ускорения эволюции.

Проблема состоит в том, чтобы определять набор собственных структур, характерных для каждой открытой нелинейной системы (среды), способной к самоорганизации, а также следовать естественным тенденциям саморазвития процессов к этим структурам — действовать в соответствии с этим «путем дао».

Суть нового подхода к управлению заключается в том, что он ориентирован не на внешнее, а на внутреннее, на нечто имманентно присущее самой среде. Иными словами, он ориентирован не на желания, намерения, проекты субъекта экспериментальной, конструкторской, реформаторской, перестроечной и подобной деятельности, а на собственные законы эволюции и самоорганизации сложных систем.

При этом главное — не сила (величина, интенсивность, длительность, всеохватность и т. п.) управляющего воздействия, а его согласованность с собственными тенденциями самоструктурирования нелинейной среды,

т. е. правильная топология (пространственная и временная симметрия) этого воздействия. Например, для природных систем важна не величина энергетического воздействия, а надлежащая форма пространственного распределения энергии, так сказать, «архитектура» энергетического воздействия. Малое, но топологически правильно организованное — резонансное — воздействие может оказаться очень эффективным. Если мы будем «укалывать» среду в нужное время и в нужном месте, конфигурационно согласованно с ее собственными структурами возбуждать, тогда она будет разворачивать перед нами свои потенциальные богатые формы, скрытые (зачастую неожиданно мощные) силы.

5.4.1. Приложение новой методологии к миру физических процессов

Приведем наглядный пример эффективности резонансных воздействий на системы из области физики. Известно, что для осуществления реакции термоядерного синтеза основное затруднение на сегодняшний день заключается в необходимости «удержания» горячей плазмы, что связано с огромными энергетическими затратами. Возможен кардинально новый подход к проблеме «удержания» плазмы. В 60-х годах сначала американскими учеными (Дж. Наккольс), а вслед за ними и советскими, было показано, что используя нелинейные эффекты в плазменной среде, можно снизить на 4 порядка (в десятки тысяч раз) ту энергию, которая требуется для инициирования реакции термоядерного синтеза, дающей заметный энергетический выход²³.

Любопытно, что парадоксальные идеи об инерции тепла и процессах диффузии, о спектре форм, скрытых в нелинейной среде, о новых математических методах, отвечающих на вопрос о том, куда идут процессы в определенном классе нелинейных сред, родились в гуще актуальных проблем современной науки, и в особенности в комплексе исследований по лазерному термоядерному синтезу (ЛТС). Моделирование процессов в ЛТС проводилось совместно с сотрудниками академика А. А. Самарского в ИПМ РАН и сотрудниками академика Н. Г. Басова в ФИАНе. Были довольно быстро выяснены особенности работ американских ученых в этой области, в которых воздействие на лазерные мишени осуществлялось про-

²³ См. об этом: *Змитренко Н. В., Курдюмов С. П., Михайлов А. П., Самарский А. А.* Локализация термоядерного горения в плазме с электронной теплопроводностью // Письма в ЖЭТФ. 1977. Т. 26. Вып. 9. С. 620; *Kurdyumov S. P., Samarskii A. A. and Zmitrenko N. V.* Heat Localization Effects in Problems of ICF (Inertial Confinement Fusion) // International Journal of Modern Physics B. 1995. Vol. 9. No. 15 P. 1797–1811; *Волосевич П. П., Дегтярев Л. М., Курдюмов С. П., Леванов Е. И., Попов Ю. П., Самарский А. А., Фаворский А. П.* Процесс сверхвысокого сжатия вещества и инициирование термоядерной реакции мощным импульсом излучения // Физика плазмы. 1976. Т. 2. № 2. С. 883–897.

филированным по времени потоком лазерного излучения. Интенсивности потока возрастала со временем в режиме с обострением, когда за конечное время величина потока стремилась к бесконечности. Конечно, реально этому закону следовали лишь часть времени, не доводя процесс до сверхбольших значений. В результате в нелинейной плазменной среде развивались необычные процессы, осуществлялось сжатие центральной части мишени в тысячи раз. Этот модельный подход привел к выигрышу энергии на много порядков.

Дальнейшие исследования ученых многих стран по ряду причин закрыли американскую программу, а вместо нее научными школами Басова и Самарского была предложена принципиально другая программа ЛТС на основе многооболочечных мишеней, где уже, благодаря подбору оболочек, в центре мишени создавались режимы с обострением при лазерных потоках, более технически осуществимых. Работы по изучению режимов с обострением были продолжены и вышли за ограниченный класс задач, связанных с физикой плазмы. Режимы с обострением могут задаваться или на границе среды (извне потоками тепла, режимом давления, возрастающим до бесконечности за конечное время), или возникать в среде благодаря действию нелинейных источников.

Эти явления удобно проиллюстрировать на простейшей базовой модели. Пусть рассматривается неограниченная среда, в которой действуют лишь нелинейные источники и нестационарная квазилинейная диффузия:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \operatorname{div} [H(T) \operatorname{grad} T] + Q(T) \quad (1)$$

$$T = \begin{cases} T_0(\vec{r}), & \text{при } \vec{r} \in G, \\ 0, & \text{при } \vec{r} \in G^c \end{cases}$$

Пусть

$$T = T(t, x); H(T) = H_0 T^\sigma; Q = Q_0 T^\beta.$$

Тогда удается на уровне теорем, а также с помощью расчетов на ЭВМ показать, что при определенных типах показателей нелинейности (при $\beta \geq \sigma + 1$) в среде возникает локализация диффузионных процессов в ограниченной области, и, как следствие, в этих областях возникают нестационарные диссипативные структуры, растущие по автомодельному закону в режиме с обострением. В упрощенной задаче — возникает строгая локализация, в реальных физических задачах (с более общим видом нелинейности и при ненулевом фоне температуры) — это эффективная локализация, когда основная энергия выделяется в ограниченной области и размеры и форма этой области описываются теорией. А внешние потери, хотя и имеются, но они ограничены сверху. Фактически показано, что для определенного класса нелинейных сред можно локализовать тепло, горение, не удерживая плазму ни магнитным полем, ни методами инерционного термоядерного синтеза. Эти результаты получены пока для относительно простых моделей процессов в плазме. Однако оказалось, что зажигание

мишений в ЛТС, которое рассчитывалось на ЭВМ на достаточно подробных моделях, обязательно проходит эту стадию локализации. Если условия локализации в мишенях не возникают, то нет и процесса интенсивного горения. Важно, что результаты более реального моделирования соответствуют обнаруженным фундаментальным закономерностям развития нелинейных процессов.

Процессы, развивающиеся в режиме с обострением, имеют место не только в физике высокотемпературной плазмы. Самоподдерживающиеся структуры были обнаружены и в низкотемпературной плазме. В частности, группа ученых ИПМ РАН и ИТПМ СО РАН сделала открытие эффекта Т-слоя, зарегистрированное в 1968 г. под № 55. Это открытие позволило по-новому подойти как к конструированию МГД-генераторов, так и к пониманию механизма хромосферных вспышек на Солнце. Оказалось, что режимы с обострением порождаются на определенных стадиях нелинейными источниками в самых разных математических моделях физических, биологических, химических и даже социальных процессов. Не все теоретически предсказанные явления обнаружены, но многие эффекты доказаны на уровне теорем. Одним из следствий является существование определенного класса локализованных профилей тепла, которые в среде с квазилинейной теплопроводностью (и без источников и стоков) могут конечное время перестраиваться внутри определенной области, не распространяясь за ее границы. В частности, возможно существование кристалла из тепла. И если размеры его космические (парсеки), а температура в максимуме не превышает нескольких электронвольт, то тепло, имея грани и ребра, может удерживаться миллионы лет.

В частности, построены примеры, показывающие возможность поворота процессов во времени в открытой диссипативной нелинейной системе. Оказалось, что можно воздействовать на некую конечную массу среды граничным режимом и вызывать в ней определенные распределения температуры и давления, которые со временем растут. А потом можно воздействовать другим граничным режимом так, чтобы профили температуры, давления, плотности в близкой системе прошли в точности, как в обращенной пленке кино, все те же самые состояния, но в обратном направлении по времени, несмотря на наличие в системе ряда диффузионных процессов и нелинейных объемных источников и стоков. Такие условия осуществляются, конечно, лишь для определенного класса систем и режимов, кроме того, не проверена многомерная устойчивость этих процессов. Но и в рассмотренных случаях имеется совершенно необычное для привычных представлений поведение нелинейных открытых систем.

В сборнике «Итоги науки и техники»²⁴ приведена классификация решений классической модели синергетики (системы двух нестационарных

²⁴ Итоги науки и техники. Современные проблемы математики. Новейшие достижения. Т. 28. М.: ВИНТИ, 1986 (1987). См. также издание этого сборника на английском языке: *Journal of Soviet Mathematics*. 1988. Vol. 41. N 5. P. 1163–1291. См. также: Режимы с обострением. Становление идеи. М.: Наука, 1999; Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. М.: Физматгиз, 1997.

уравнений диффузии с достаточно общего вида источниками и стоками) и зависимости от параметров задачи.

Исследование проводится в районе первой бифуркации, когда термодинамическая ветвь перестает быть устойчивой. Удалось показать, какие новые пути развития процессов возникают в этом случае. При определенных параметрах решение выходит на стационарные режимы. При изменении параметров возникают колебательные режимы. Система открыта, но отнюдь не внешние условия заставляют ее войти в колебательный режим. Внешние условия могут быть постоянными. Режим автоколебаний оказывается ее аттрактором, определяется ее внутренними свойствами. Прослежено последовательное удвоение периодов колебаний и возникновение макростохастических режимов своеобразной диффузной турбулентности, когда концентрации в разных точках пространства пульсируют, повышаются и падают, нигде не повторяясь ни во времени, ни в пространстве. При анализе этих явлений использовались и упрощенные модели процессов, в частности, системы обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающие стохастическое поведение, т. е. имеющие в асимптотике странный аттрактор. Отметим, что в отличие от классической модели Лоренца, использованная в этих работах иерархия упрощенных моделей удовлетворительно качественно, а в ряде случаев количественно описывает поведение исходной системы уравнений в частных производных, которая параллельно численно рассчитывается на ЭВМ.

Важным является хорошее соответствие упрощенных моделей поведению сложных систем. Оказывается, что на асимптотической стадии процессы в системе, определяемой очень большим числом параметров (бесконечномерные системы), удовлетворительно описываются сильно упрощенными конечномерными системами. Если представить себе разложение в ряд по гармоникам решения, описывающего поведение сложной нелинейной системы, то окажется, что на асимптотической стадии существенный вклад в описание решения вносят только несколько гармоник. Нелинейность создает перекачку энергии от одной гармоники к некоторым другим, а диффузионные члены обуславливают затухание более высокочастотных гармоник. В результате из бесконечного ряда на асимптотической стадии остаются существенными всего несколько гармоник. Появляется парадоксальная возможность описывать асимптотическое поведение сверхсложной системы упрощенной моделью.

Удалось развить теорию операторного сравнения, когда можно сравнивать не разные решения одного уравнения (одной среды), а разные решения для существенно различных сред (уравнений). И, зная решения для относительно простых сред (например, допускающих автомодельные или другие инвариантно-групповые решения), можно в ряде случаев мажорировать решение для сложных сред сверху и снизу. Это позволяет прослеживать развитие процессов в таких средах вплоть до развитой нелинейной стадии, загоняя целые классы в своеобразную пространственно-временную «мажорирующую трубу».

Исследования, проведенные для базового уравнения (1), позволили описать развитую асимптотическую стадию горения среды в виде нестационарных локализованных процессов — структур — с помощью автомодельных уравнений. Оказалось, что в этой автомодельности инвариантом является отношение пространства, стоящего в числителе, к определенной степени времени в знаменателе:

$$\xi = x / A (t_1 - t)^m,$$

где t_1 — момент обострения.

Эта инвариантная нелинейная задача имеет не единственное решение в случае режима с обострением (случай LS-режима, $\beta > \sigma + 1$). Вначале эти решения были получены численно, но потом было отмечено, что разные решения автомодельной задачи отличаются числом максимумов. Старшие собственные функции (имеющие наибольшее число максимумов) в области своей немонотонности колеблются около некоего постоянного значения, являющегося также решением задачи. При $\xi \rightarrow \infty$ решения стремятся монотонно к нулю. Удалось разработать эффективный метод, использующий эти особенности решения и позволивший получать все собственные функции изучаемой нелинейной среды приближенно аналитически. Метод основан на линеаризации решения в области его немонотонности около указанного постоянного решения и сшивания с асимптотикой. Такое сшивание позволяет выделить из решений линеаризованного уравнения дискретный спектр, хорошо совпадающий с полученным ранее численными методами спектром нелинейной задачи. В итоге удалось получить приближенно аналитически спектр собственных функций в зависимости от показателей нелинейности среды.

Число собственных функций в одномерной задаче:

$$N \approx (\beta - 1) / (\beta - \sigma - 1).$$

Обобщение и усложнение этой методики позволяет получать ряд собственных функций и в многомерном случае. В многомерных задачах возникли парадоксальные области локализации для старших собственных функций. Горение среды оказалось локализованным в виде ряда форм: круга, звезд, креста и т. д. Чтобы инициировать горение в виде таких сложных структур, содержащих несколько максимумов внутри области горения, нужно специальным образом распределить начальное возмущение температуры в среде. Расставить в пространстве возмущение, «уколов» среду в нужных точках. В многомерном случае в число областей локализации процессов в среде входят все правильные многогранники (простые фигуры Платона)²⁵.

²⁵ Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Синергетика — новые направления. Сер. Математика и кибернетика. № 11. М.: Знание, 1989.

Развитые подходы удалось распространить и на определенные классы более сложных нелинейных сред (триггерные среды). В этих средах уже возможно самоусложнение и возникновение сложных паркетов из структур на асимптотической стадии. Существенную роль играет симметрия, а в ряде случаев — более сложная цветная симметрия начального возбуждения. Подчеркнем, что спектр форм-структур, содержащихся в среде, описывается собственными функциями некоей автомодельной, т. е. инвариантно-групповой, задачи. В среде может одновременно существовать много путей (целей) развития процессов, приводящих к разным типам структур. Поскольку с ростом температуры в режиме с обострением максимумы температуры в сложной структуре для модели (1) сходятся к центру симметрии структуры, то приходится сталкиваться с новым эффектом горения среды в режиме с обострением. В такой среде имеет место не только локализация процессов внутри структур, но и характерное сокращение всех размеров. Обостряются все максимумы, и по мере роста температуры они движутся внутри области локализации к центру, т. е. в такой среде возникают сходящиеся волны горения. Возникает уникальный пример нелинейной среды, где учитывается лишь нестационарное выделение энергии и ее диффузия, а в результате получается эффективное сосредоточение интенсивного процесса горения среды в малых областях (аналогах точечных источников поля температуры), которые внутри сложной структуры начинают воздействовать и «притягиваться», «затекать» к центру симметрии. Роль клея, сил притяжения играет лишь нестационарный процесс диффузии и выделения энергии.

Можно взглянуть на процессы, наблюдаемые в этой среде, с другой стороны: есть самолокализация горения в виде простых и сложных структур. Своеобразным «атомом» является простая структура, содержащая внутри области локализации один максимум. Сложные структуры возникают не при любом, а при определенном характере пересечений областей локализации простых структур. Возникает аналогия с объединением атомов в молекулы. Но в рассматриваемом случае все типы структур, все способы их объединения даются нелинейной автомодельной задачей, которая описывает асимптотику процессов, форму и геометрию структур-аттракторов как целей развития процессов.

Автомодельная задача имеет инвариантом величину

$$S = x / A (t_f - t)^m, m = (\beta - \sigma - 1) / [2(\beta - 1)], \beta > \sigma + 1.$$

В этом выражении пространство входит в числитель, а время — в знаменатель, т. е. инвариантом является не сумма (как в бегущих волнах $S = x + D t$), а отношение пространства и времени. Это приводит к ряду парадоксальных следствий, имеющих глубокий философский смысл. Оказывается, что в районе центра структур, описываемого такой автомодельной задачей, сегодня процессы происходят так, как они происходили во всей структуре в прошлом. А сегодняшняя картина процессов на перифе-

рии структуры отражает то, как будут происходить эти процессы во всей структуре в будущем. То есть, в отличие от привычных представлений, оказывается можно увидеть будущее и прошлое в различных пространственных участках структуры, существующей в настоящем. И это не толкование, а строгий математический факт для такого класса автомодельных решений. Легко получить разложение решения, описывающего архитектуру структуры вблизи центра и на периферии. Полученные соотношения аналитически описывают профили структуры в прошлом (при $t/t_i \rightarrow 0$) и будущем (при $t/t_i \rightarrow 1$).

Отметим, что из-за огромного ускорения процессов у исследуемых структур даже в идеале (при бесконечном запасе энергии в источнике) будущее ограничено конечным моментом — моментом обострения. Такие структуры смертны. Все процессы, которые организуются в структуры путем преодоления (локализации) теплового хаоса за счет режимов с обострением, неизбежно обрекают себя на конечное время существования.

Но вернемся к важнейшей проблеме: когда и как из простых структур появляются сложные? Когда части образуют новое целое — сложную структуру, а когда их существование не приводит к созданию качественно новой организации? Здесь удастся установить некий новый (достаточно общий для мира режимов с обострением) принцип нелинейной суперпозиции простых решений (структур) в сложные. Аппарат автомодельных решений дает все способы объединения простых структур с разными моментами обострения. При этом дается и характер перекрытия областей локализации простых структур разного возраста внутри различного типа сложных структур. Простые структуры внутри сложных образуют определенные конфигурации, заполняют подобно электронам в атоме определенные «уровни». Структуры в несколько деформированном виде продолжают существовать внутри более сложной организации. Появился новый принцип создания целого из частей. Он состоит в установлении общего темпа горения, общего момента обострения во всей области сложной структуры. Осуществляется как бы взаимная поддержка быстро и медленно горящих структур внутри сложной. Структуры, горящие более интенсивно, через теплопроводность отдают определенную часть выделяющейся энергии структурам, медленно горящим. Через топологию расположения, согласованность движения и благодаря определенному подбору максимумов простых структур достигается синхронизация процессов роста температуры во всей области локализации сложных структур.

Нас не должен очень удивлять образ процесса, где какие-либо величины за конечное изменение параметра (здесь времени) достигают бесконечных значений. Пример такого процесса можно найти в специальной теории относительности, где масса частицы зависит от скорости движения. При стремлении скорости к скорости света масса стремится к бесконечности:

$$m = m_0 / (1 - v^2/c^2)^{1/2},$$

где m_0 — масса покоя, v — скорость, c — скорость света.

В этом случае имеем режим с обострением не по времени, а по скорости. Режимы с обострением возникают во многих физических задачах: более пятидесяти нелинейных задач связаны с эффектами коллапса, кавитации, нелинейной оптики, развитием разных видов неустойчивости в плазме, которые в длинноволновом приближении на развитой стадии моделируются газом Чаплыгина с отрицательным показателем $\gamma = c_p/c_v < 0$. Это эквивалентно явлениям с нелинейной положительной обратной связью. В результате в среде возникают режимы с обострением²⁶.

Установлено, что мир структур, живущих в режиме с обострением, оказался неустойчивым к малым возмущениям (в смысле Ляпунова). Момент обострения зависит от величины начального возмущения. Но в среде всегда присутствуют флуктуации температуры.

Следовательно, структуры с одним моментом обострения, даже вначале горевшие в одном темпе, благодаря флуктуациям приобретут несколько отличающиеся моменты обострения. Малые отклонения в моментах обострения приведут на развитой стадии к любому большому отклонению температуры в этих структурах. Все остальные свойства структур (размеры, форма) остаются неизменными, а вот темпы роста, моменты обострения определяются флуктуациями. Итак, малые флуктуации, обусловленные хаосом на микроуровне, меняя моменты обострения, приводят к существенным различиям в процессах развития структур на макроуровне. Хаотические флуктуации обуславливают стохастическое, турбулентное поведение на макроуровне. Это еще одно парадоксальное следствие режимов с обострением. Действительно, представим себе, что в процессе горения структур наступает стадия, когда выгорание или другие физические факторы ограничивают рост процесса с обострением и приводят к режиму затухания. Поскольку моменты обострения у структур определены в пространстве случайным образом, в среде возникают случайные вспышки и угасания структур. Такой процесс наблюдается в ленгмюровской турбулентности, где доказано существование режимов с обострением на стадии коллапса структур. Неустойчивость по Ляпунову LS-режимов горения с обострением проявляется в виде случайного характера распада сложных структур (аналога радиоактивного распада) лишь вблизи момента обострения $t \approx 0,9 t_*$. Численные расчеты показали, что процессы в сложных структурах следуют автомодельным законам (без распада) вплоть до $0,9 t_*$.

Для нелинейных сред с «достаточно сильно нелинейными» источниками на многих классах уравнений в задаче Коши показано существование двух типов режимов. При большей энергии воздействия существуют

²⁶ Trubnikov B. A., Zdanov S. K. Unstable Quasi-gaseous Media // Physics Reports. 1987. Vol. 155. N 3. P. 137–230.

режимы с обострением ($0 < t \leq t_1$), при слабых воздействиях — решения, существующие в целом ($0 < t \leq \infty$). В случае модели (1) методом осреднения найдены границы существования таких режимов для сред с $\beta > \sigma + 3$. При наличии в среде флуктуаций (даже за счет особенностей разностного счета) наблюдался самопроизвольный переход от режимов, существующих в целом, к режимам, существующим в малом (от режима затухающего горения к режиму горения с обострением). Анализ фазовой плоскости показывает принципиальную возможность обратного перехода и возникновения чередования режимов горения среды. Последнее может явиться важнейшим фактором самоподдержания сложных структур²⁷. Ибо режимы, существующие в целом, соответствуют преобладающей роли диффузионных процессов, сопровождаются растеканием тепла по старым следам и синхронизацией процесса горения во всех участках сложной структуры. Последовательная самопроизвольная (за счет флуктуаций) смена режимов во времени имеет глубокие аналогии с периодическими биологическими процессами и резонирует с философскими представлениями об обязательной дополнительности и взаимопроникновении режимов инь-ян в поддержании устойчивости сложных систем.

Вернемся к простым моделям, поясняющим процессы с обострением и явления локализации тепла и горения.

Перед нами базовая модель многих процессов — квазилинейное уравнение диффузии с нелинейным источником, степенным образом зависящим от температуры ($Q = Q_0 T^\beta$). Начнем с того, что не будем учитывать диффузию, тогда получим обыкновенное нелинейное дифференциальное уравнение. Для случая, когда источники зависят от температуры в степени большей, чем первая ($\beta > 1$), легко находится аналитическое решение этого уравнения, зависящее от параметра T_0 — начальной температуры. Из решения следует, что от константы T_0 зависит момент обострения, когда решение стремится к бесконечности. Если начальная температура задана высокой, то довольно быстро решение выходит на момент обострения. Если начальная температура поменьше, то момент обострения наступает позднее. Сделаем важный вывод: как только в рассматриваемой задаче β становится больше 1, осуществляются режимы с обострением, появляются характерные времена процесса!

Укажем на еще один миф современности. Для случая $\beta = 1$, когда источник зависит от первой степени температуры, температура нарастает

²⁷ *Белафин В. А., Капица С. П., Курдюмов С. П.* Математическая модель глобальных демографических процессов с учетом пространственного распределения // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1998. Т. 38. № 6. С. 885–902; *Белафин В. А., Курдюмов С. П.* Режимы с обострением в демографической системе: Сценарий усиления нелинейности // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2000. Т. 40. № 2. С. 238–251; *Режимы с обострением: Эволюция идеи: Законы коэволюции сложных структур.* М.: Наука, 1999; *Самарский А. А., Михайлов А. П.* Математическое моделирование. М.: Наука, Физматлит, 1997.

по экспоненте. Этот случай, естественно, отличается от режимов с обострением. Бесконечные значения температуры здесь достигаются лишь за бесконечное время $t \rightarrow \infty$. Мы привыкли считать, что очень многие процессы в окружающем нас мире развиваются по экспоненте. Считается, что народонаселение, число знаний, поток научной информации, экономическая мощь человечества и т. д. — всё экспоненциально нарастает. Легко видеть, что линейная зависимость источника от температуры — жалкий частный случай. Очень многие процессы нелинейны, и есть серьезные основания считать, что их развитие хотя бы часть времени проходит в режиме с обострением, т. е. совсем в другом темпе, и сопровождается совсем другими явлениями. Однако эти особенности процессов в режиме с обострением проявляются не сразу, а в том случае, когда решение следует этому закону такое время, за которое величины вырастают в несколько десятков раз.

Теперь зададим в среде, где действует пока лишь нелинейный источник (диффузию не учитываем), неравномерный по пространству профиль температуры. Каждая точка этого профиля имеет различную начальную температуру и потому растет со своим моментом обострения. Это приводит к очень сильно различающимся темпам роста температуры в разных точках профиля. Там, где был наибольший максимум температуры, темп роста самый сильный. В результате пики температуры со временем становятся все более острыми, игольчатыми. Выступает важнейшее правило роста величин в так называемом режиме с обострением: он приводит к сокращению со временем полуширины всех тепловых профилей, все профили укучаются, очередные порции энергии выделяются во все более узкой области. А теперь включим квазилинейную теплопроводность, где коэффициент теплопроводности зависит от температуры по закону $H(T) = H_0 T^\sigma$. Начинается борьба двух противоположных начал. Диффузия стремится рассосать максимумы температуры, стремится увеличить полуширину, а нелинейный источник стремится ее сократить. Оказалось, что при разных зависимостях нелинейного источника и коэффициента диффузии от температуры выигрывает то тот, то другой процесс.

На экране персонального компьютера проведем опыты, моделирующие и визуализирующие процессы в изучаемой нами среде. Теперь будем учитывать оба фактора при условии $\beta > \sigma + 1$. Зададим на дисплее начальное возмущение температуры на общем фоне холодной среды. В области, где задана температура, началось энерговыделение (действует объемный источник), он повышает температуру, но одновременно действует диффузия, стремящаяся распространить, рассеять тепло по пространству. Особенности действия квазилинейной теплопроводности на нулевом фоне температуры приводят к существованию конечного фронта тепловой волны, растекающейся из первоначальной области возбуждения процесса. Компьютер выдает профили температуры на последующие моменты времени.

Мы обращаем внимание, что следующий профиль температуры показывает, что температура и горение охватывают большую, чем вначале, область, а максимум температуры стал ниже, чем в первый момент. Это означает, что выделение энергии в объеме на этой стадии не компенсирует падения температуры за счет растекания по пространству. Некоторую часть времени продолжается затухание горения и расползание тепла по пространству. Поставим перед наблюдателем вопрос: какова ожидаемая вами дальнейшая картина процесса? Какова тенденция развития процесса? К чему он приведет? Эти вопросы призваны выявить наши методы прогноза процессов.

Вы, наверное, ответите: ожидается дальнейшее расплывание тепла и угасание энерговыделения, связанное с уменьшением температуры в области горения. Загорится ответ: **неверно!** Ошибка в методологии! Вы привыкли экстраполировать процессы, прогнозировать дальнейшее развитие по достигнутому на предыдущих стадиях. Такой подход часто непригоден для нелинейных систем! В наблюдаемой системе есть характерная бифуркация — смена режима, когда на определенной длине выделение энергии в объеме становится больше, чем потери за счет растекания. При достижении этой длины процесс расползания тепла сопровождается уже экспоненциальным ростом температуры в области горения. Если бы мы прекратили следить за процессом на более ранней стадии, мы никогда бы не увидели качественное изменение процесса: из затухающего он превратился в процесс разгорания, протекающий с увеличением температуры. Отметим, что такая бифуркация процесса по времени не была вызвана какими-то внешними воздействиями, изменением каких-либо параметров среды. Она наступила в результате внутреннего, собственного развития самого процесса.

Вновь загорится вопрос на экране: какое развитие процесса вы ожидаете в дальнейшем? Вы предполагаете, что теперь-то будет дальше происходить растекание интенсивной области горения по пространству, сопровождающееся ростом температуры. Загорается ответ: **неверно.** Опять ошибка! В поведении нелинейных систем возможна не одна, а несколько бифуркаций процесса по времени. Пустите дальнейший счет и увидите, что на некоторой другой длине несколько изменяется темп горения (возникает горение в LS-режиме с обострением), происходит интенсивное выделение тепла во все более узкой области вблизи максимума. В результате формируется «вогнутый» инерционный профиль температуры и наступает стадия локализации тепла (горения) в пространстве. Дальнейшее горение не будет больше сопровождаться распространением процесса в пространстве, а сосредоточится внутри фундаментальной длины, на которой развивается нестационарная диссипативная структура.

Хотя в приведенных выше примерах мы следили на экране за результатами численного моделирования этого процесса, в настоящее время создана аналитическая теория этих явлений, где описанные результаты расчетов доказываются на уровне математических теорем, и, главное, обоб-

щаются для гораздо более общего класса сред. Например, показано, что какова бы ни была зависимость коэффициента теплопроводности от температуры, всегда найдется класс граничных режимов, приводящий к локализации области проникновения тепла в первоначально холодную среду. Приведем еще один пример реализации новых математических методов, позволяющих шаг за шагом продвигаться от упрощенных модельных задач к богатому миру физически реальных процессов.

В предыдущей модели не учитывалось выгорание среды и, стало быть, уменьшение со временем интенсивности работы источника. Рассмотрим предельный случай, когда при достижении некоей высокой температуры источник практически прекратит работать из-за выгорания вещества. Смоделируем этот процесс на экране нашего компьютера отключением источника в некий момент времени. Как будет развиваться процесс после отключения источника? Опять вопрос к исследователю. В соответствии с обычными представлениями мы ожидаем, что созданные на предыдущей стадии процесса температурные профили будут уменьшаться по величине и расплзаться по пространству. Опять ошибка! Сколько уже раз мы попадаем впросак, перенося на нелинейные процессы наши привычные, основанные на «здравом смысле», ожидания. Оказывается, что созданные горением в LS-режиме с обострением профили обладают инерцией. Мы наблюдаем на экране, как за конечное время (предсказываемое теорией на основе теорем сравнения) они перестраиваются, оставаясь локализованными. И только после того, как профиль температуры внутри области локализации примет достаточно «выпуклый» характер, локализация прекращается и начинается распространение тепла за границы области локализации.

Обзоры работ по изучению феномена инерции тепла, локализации горения в виде спектра нестационарных диссипативных структур, а также математическим и физическим вопросам теории режимов с обострением можно найти в некоторых работах последнего времени²⁸.

²⁸ Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Синергетика — новые направления. М.: Знание, 1989. Сер. Математика и кибернетика. № 11; Самарский А. А., Галактионов В. А., Курдюмов С. П., Михайлов А. П. Режимы с обострением в задачах для квазилинейных параболических уравнений. М.: Наука, 1987; Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. М.: Наука, 1988; Компьютеры и нелинейные явления: Информатика и современное естествознание. М.: Наука, 1989; Наука, технология, вычислительный эксперимент. М.: Наука, 1993; Итоги науки и техники. Современные проблемы математики. Новейшие достижения. М.: ВИНТИ, 1986 (1987); Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Самарский А. А. Нестационарные диссипативные структуры и диффузионный хаос. М.: Наука, 1992; Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Синергетика и принципы коэволюции сложных систем // Проблемы общественного развития. 1998. № 3–4. С. 3–6.

5.4.2. Приложения новой методологии к миру человека и социума

В условиях современного мира, информационной революции и компьютеризации, успехов математического моделирования сложных социоприродных процессов и вычислительного (на компьютерах) эксперимента неправомерно пользоваться старыми методами и моделями. Старые методы основаны на образцах линейного мышления и линейных приближениях, на экстраполяциях от наличного. Они часто связаны с чрезмерным усложнением модели, стремлением принять во внимание и включить в нее как можно большее число параметров. Прежние методологические подходы к моделированию сложных социальных процессов не учитывают или, по крайней мере, недооценивают неоднозначность будущего, факторы детерминации эволюционных процессов из будущего, конструктивность хаотического начала в эволюции, роль быстрых процессов в развитии сложного и многое другое.

Выступая в качестве современной (постдарвиновской) парадигмы эволюции, синергетика может дать общие ориентиры для моделирования и прогнозирования процессов в сложных социоприродных системах. Она может выступить в качестве теоретической основы современных футурологических исследований, конструирования образов желаемого и достижимого будущего.

Обеспечивая лишь общую методологию и показывая направление поиска, синергетика, конечно, не может дать конкретное описание того, что будет происходить в мире. Синергетика может сказать, чего в принципе не может быть, т. е. сформулировать некие эволюционные правила запрета. Знание ограничений, того, что в принципе не реализуемо в данной социальной среде, — это уже достаточно важное знание, которое приводит к экономии энергии, материальных затрат и духовных усилий.

Совместная работа философов, разрабатывающих синергетическую методологию, и ученых-экономистов, политологов, социальных психологов, рождает надежду на возможность моделирования в принципе спектра путей социального развития, определения сценариев будущего развития России, СНГ, более крупных геополитических образований и систем мира.

Современное состояние развития синергетического знания позволяет вести обоснованный поиск и находить конструктивные принципы коэволюции сложных систем мира. В частности поэтому она может стать основой построения моделей самоподдерживаемого и оберегаемого развития стран и регионов в современном нестабильном мире. Речь идет о таком характере развития, который активно обсуждается в настоящее время во всем мире — *sustainable development*. В некотором смысле для сложной социальной организации вообще нерелевантно представление об устойчивом развитии. Сложная социальная структура (организация), как правило, лишь метастабильно устойчива.

Сегодня становится очевидным, что необходим новый процессуально ориентированный язык для прочитывания и просчитывания будущего развития. Это — язык, высвободившийся из плена прежних противостоящих терминов «социализм» — «капитализм». Это — язык становящихся структур, структур-процессов, структур развивающихся, соединяющихся и распадающихся. Это не просто узкопрофессиональный язык нелинейных математических моделей. Он включает в себя весь арсенал человеческого общения. Мировоззренческие следствия синергетического знания могут быть сформулированы без употребления математического инструментария и языка программирования. Словарь обычного языка достаточен для формулирования нового синергетического знания как know how, как нового способа мышления и постановки исследовательских задач.

Кратко сформулируем новые, предлагаемые синергетикой методологические подходы к моделированию развития сложных социальных систем и управлению ими.

Поиск параметров порядка социальной организации. Неправоммерно чрезмерно усложнять модели, вводить большое число параметров развития. Синергетика позволяет снять некие психологические барьеры, страх перед сложными социальными системами. Сверхсложная, бесконечномерная, хаотизированная на уровне элементов социоприродная среда может описываться, как и всякая открытая нелинейная среда, небольшим числом фундаментальных идей и образов, а затем, возможно, и математических уравнений, определяющих общие тенденции развертывания процессов в ней. Можно попытаться определить так называемые параметры порядка мирового развития.

Кроме того, как уже отмечалось, структуры, которые возникают в процессах эволюции, так называемые структуры-аттракторы, описываются достаточно просто. Структуры-аттракторы эволюции, ее направленности или цели относительно просты по сравнению со сложным (запутанным, хаотическим, неустоявшимся) ходом промежуточных процессов в среде. Асимптотика колоссально упрощается. На основании этого появляется возможность прогнозирования, исходя из понимания того, куда идут процессы, куда течет история, исходя из структур-аттракторов социального развития.

Сверхбыстрое развитие процессов в социальных системах. Не следует ожидать плавного и устойчивого пути развития. Благодаря росту народонаселения Земли в режиме с обострением возрастает общая и локальная неустойчивость развития.

Проблема эволюционных кризисов носит общечеловеческий характер. Эволюционные кризисы и нестабильность угрожают не только России, но и всему миру. Перед лицом глобальных опасностей (падение астероидов, экологическая катастрофа, разгул терроризма, ядерный катаклизм) мир превращается в единое взаимосвязанное целое.

Эволюционные кризисы в определенной мере неизбежны. Ибо режимы с обострением (режимы сверхбыстрого развития, когда определенные характерные величины возрастают неограниченно за конечное время) ведут к нестабильности, к неустойчивости и угрозе вероятностного, «радио-

активного» распада сложной социальной структуры вблизи момента обострения.

Фундаментальный факт роста народонаселения мира с обострением, который исследован в работах С. П. Капицы²⁹, во многом определяет характер современной стадии цивилизационного развития: ускорение мировых процессов, возрастающую нестабильность, множество возможных, угрожающих миру катастрофических ситуаций. Темпы роста народонаселения на Западе и на Востоке, в экономически развитых странах и странах развивающихся существенно различны. Чудовищный темп роста населения на Востоке, в азиатском и африканском мире — это важнейшая проблема человечества, которая может менять геополитические оценки.

В соответствии с нашей моделью формирования структур в результате конкуренции двух факторов (наращивания неоднородностей в сплошной среде и их рассеивания), можно предположить, что рост экономического и культурного уровня, увеличение связей, контактов, обменов между людьми как аналог диссипативного фактора в социальной среде в некотором смысле приводит к торможению демографических процессов, подавляет рост народонаселения.

Поле путей развития социальных систем. В основе синергетической методологии лежит представление о спектре путей эволюции сложных систем, поле путей развития. Это означает неоднозначность будущего, существование моментов неустойчивости, связанных с выбором путей дальнейшего развития, а также особую роль человека в нелинейных ситуациях разветвления путей и выбора желаемого, благоприятного пути развития.

Важно понять, что социальные системы, как и любые сложные системы, имеют не один, единственный, а несколько альтернативных путей эволюции. Путь эволюции много, и они определяются спектрами структур-аттракторов социальных сред как сред открытых и нелинейных. Причем изменения социальных сред приводят к перестройке спектров структур-аттракторов, к изменению спектров возможных путей в будущее.

Необходимо ясно осознавать наличие различных тенденций эволюции, неоднозначность прохода в будущее. Будущие состояния сложных социальных систем не просто открыты и непредсказуемы, существуют спектры возможных форм будущей организации, поле возможных путей в будущее. Спектр структур-аттракторов не является сплошным. Не все, что угодно, не все, что входит в намерения субъекта реформаторской деятельности, реализуемо в данной социальной среде (в данной социальной системе).

²⁹ Капица С. П. Математическая модель роста народонаселения мира // Математическое моделирование. 1992. Т. 4, № 6. С. 65–79; Капица С. П. Феноменологическая теория роста населения Земли // Успехи физических наук. 1996. Т. 166. № 1. С. 63–79; Капица С. П. Общая теория роста человечества. М.: Наука, 1999. С. 190; Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего. М.: Наука, 1997. С. 285; Подлазов А. В. Основное уравнение теоретической демографии и модель глобального демографического перехода. Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, 2001. № 88.

Будущие формы социальной организации открыты в виде веера предопределенных возможностей. Проходы в будущее неоднозначны, но они узки. Существуют определенные «коридоры» эволюции. Отсюда встает задача управляемой открытости общественного развития, оберегаемого и поддерживающегося развития. Встает задача выбора гармоничного пути в будущее.

Проблемы коэволюции человека и природы. Поскольку природа и человечество, а также разные цивилизационные и геополитические образования развиваются разными путями, постольку встает проблема совместного развития, проблема коэволюции. При этом неправомерно навязывать свое видение мира и путей его эволюции носителям других мировоззрений и цивилизационных ценностей. Путь «спасения мира» не может состоять в подавлении иных мировоззрений и образов жизни.

Синергетическое мировидение может способствовать поискам путей коэволюции человека и природы. Вплоть до настоящего времени отношение человека к природе строится как планомерное внешнее воздействие на природу, ее покорение. Со времен родоначальника опытной науки Нового времени Фрэнсиса Бэкона действует установка «знание — сила», которая длительное время трактовалась как знание-господство человека над природой, знание-эксплуатация человеком природы. Эта установка привела к необратимым кризисным явлениям в экологической системе планеты, угрожающим самому физическому выживанию человечества. Каким образом, реализуя идеалы Ж.-Ж. Руссо и других великих гуманистов, прийти в согласие с природой, по крайней мере, в качестве первоочередной задачи, как-то сгладить негативные антропогенные воздействия на природу, остановить движение к экологической катастрофе?

В соответствии с общими закономерностями самоорганизации сложноорганизованным социоприродным системам нельзя навязывать пути их развития. Скорее, необходимо понять, как способствовать их собственным тенденциям, как выводить системы на эти пути.

Необходимо ориентироваться на собственные, естественные тенденции развития природы и научиться попадать в резонанс с ними, а не насильствовать природу, продолжая огульное и бездумное внешнее вмешательство в нее. В общем-то эта установка совпадает с тем, что подразумевается под восточным образом жизни, мышления и деятельности человека. Для Востока всегда были характерны «следование естественности», «ненасилие над природой вещей»³⁰.

Гармония человека с природой — идеал, едва ли реализуемый в обозримом будущем. Для достижения согласия человека с природой, для их коэволюции нельзя противостоять собственным, наличным и возможным путям эволюции природы. «Природа не может перечить человеку, если человек не перечит ее законам; она, продолжая свое дело, бессознательно

³⁰ Григорьева Т. П. Японская художественная традиция. М., 1979. С. 196–197.

будет делать его дело»³¹, — таковы слова А. И. Герцена, резонирующие с духом сегодняшнего дня.

Один из характерных примеров собственных, имманентных закономерностей развития социоприродной системы (общества в его взаимодействии с природой) — это принцип необходимого разнообразия. Согласно этому принципу, для устойчивого и динамичного развития любой системы необходимо поддерживать достаточное разнообразие ее элементов или подсистем. Вот почему так велико сейчас стремление не утратить исходное разнообразие климатических поясов, растительных и животных видов, разнообразие народов, населяющих нашу планету. Человек стремится сгладить антропогенные воздействия на окружающую среду, приводящие к увеличению пустынь, сокращению зоны тундры и т. п. Редкие виды флоры и фауны заносятся в «Красную книгу» и особо охраняются. Жизнь и культурные традиции малых народов берутся под специальный контроль.

Детерминация процессов эволюции из будущего. Развитие определяется не столько прошлым, историей, традициями системы, сколько будущим, структурами-аттракторами эволюции. Можно смоделировать спектры структур-аттракторов, спектры «целей» саморазвития социальных систем.

Задача аккуратного получения спектров структур открытых нелинейных сред решена пока только в частных случаях. Поэтому здесь открывается огромное поле поиска. Синергетикой может быть инициирована постановка перед соответствующими учеными-специалистами сложных исследовательских задач, таких, например, как определение спектров экономических и геополитических структур.

Роль хаоса в социальном развитии. Первоначальная хаотическая основа, запускание рыночных механизмов не является гарантом выхода на желаемые структуры самоорганизации социальной среды. Путь хаоса, термодинамическая ветвь остается как один из возможных путей эволюции и в открытых нелинейных средах. Экономический и культурный рынок не является панацеей от всех наших бед.

Вместе с тем необходимо осознавать конструктивную роль хаоса в социальной эволюции. Для недеформированного динамичного саморазвития социальных подсистем необходимы постоянный разброс и разнообразие элементов подсистем. Необходим неурезанный относительно противоречивый спектр индивидуальных интересов и действий. Хаос является фактором, выводящим на собственные структуры-аттракторы нелинейных систем.

Аналогом хаоса в социальной области является рынок, рынок в обобщенном смысле, не только рынок продуктов материального труда, но и рынок услуг, рынок идей, обмена научной информацией. Должны быть условия для развертывания плюрализма, для свободных столкновений волевых устремлений. И тогда не мы будем строить наш экономический и

³¹ Герцен А. И. Собр. соч.: В 8-ми т. М., 1975. Т. 7. С. 232.

социальный дом, а он сам будет строиться, подобно тому, как строит сама Вселенная.

Такой обобщенный рынок является саморегулятором социальных процессов. Он является генератором новой информации, социальных и культурных инноваций.

Хаотическая, рассеивающая, диссипативная основа является показателем связи элементов социальной структуры. Диссипативные, диффузионные, рассеивающие факторы являются средством связи, установления когерентности поведения элементов или подсистем мира. Слишком слабая связь элементов внутри структуры может привести к распаду этой структуры.

За современным выводом о конструктивной роли хаоса лежит открытая еще тысячелетия назад объективная закономерность мироустройства и, в частности, организации социальной жизни. В подтверждение этого сошлемся на один из восточных памятников «Го Юй», относящийся еще к V веку до н. э. Входящие туда тексты представляют собой одно из наиболее полных изложений конфуцианской политической теории. Многие в них звучат исключительно современно, злободневно и в то же время как нечто непреходящее. Вот один из наиболее показательных отрывков на ваш суд: «Хуань-гун спросил: “Ждет ли дом Чжоу гибель?” Историограф Бо ответил: “Он уже почти на краю неизбежной гибели”. В “Тай ши” говорится: “Небо непременно следует тому, чего хочет народ”. Ныне чжоуский ван, отстранив от себя мудрых и прославленных, благоволит к клеветникам, развратникам и невеждам, ...приближает к себе порочных, глупых, дурных и упрямых, **отвергает создающее гармонию и предпочитает единообразие**. А ведь **гармония, по существу, рождает все вещи**, в то время как **единообразие не приносит потомства**. Уравнивание одного с помощью другого называется гармонией, благодаря гармонии все бурно растет, и все живое подчиняется ей. Если же к вещам одного рода добавлять вещи того же рода, то тогда вещь исчерпывается, от нее приходится отказываться (выделено нами. — Авт.)»³².

Свертывание разнообразия в обществе пагубно. Единообразие не создает гармонии и нежизнеспособно. А следующий единообразию правитель неизбежно приходит к краху. Если же разнородное и разнонаправленное удастся гармонизировать, то это становится подлинной основой общественного прогресса.

Когда личность может влиять на ход истории? Любопытно спрашивать на социум и такую синергетическую идею. Малое возмущение может разрастаться в макроструктуру, если налицо условия для образования нелинейной положительной обратной связи. Человек, стало быть, — не винтик и не фактор, не просто *один из* полностью растворенных и нивелированных в общем движении социума. В соответствующие моменты — моменты неустойчивости — действия каждого отдельного человека

³² Го Юй (Речи царств). М., 1987. С. 240–241.

могут влиять на макросоциальные процессы, на макросоциальные образцы поведения, в том числе приводить к смене макросоциальных структур. Отсюда вытекает необходимость осознания огромной ответственности каждого отдельного человека за судьбу всей системы, всего общества.

Путь ускорения эволюции. Синергетика открывает принципы управления, экономии и ускорения эволюции. Один из важнейших выводов синергетики состоит в том, что механизмы слепого жесткого отбора, механизмы чисто рыночного типа не являются единственно возможными в эволюции сложных систем. Мы не должны забывать о том, что живая природа научилась многократно сокращать время выхода на нужные структуры посредством матричного дублирования — ДНК. Подобный механизм для открытых нелинейных систем называется резонансным возбуждением.

В принципе, есть возможность строить формы социальной организации не методом слепого отбора, многократных проб и ошибок. Не обязательно следовать постепенному и долгосрочному пути становления и развития общества рыночного типа. Иначе мы сейчас, в конце XX века, начнем повторять всю эволюцию капиталистического общества, которая протекала 400–500 лет. У нас нет этих 500 лет. Необходимо ясно осознать, что существует путь многократного сокращения временных затрат и материальных усилий, путь резонансного возбуждения желаемых и — что не менее важно — реализуемых в данной социальной среде структур. Возможен также путь направленного морфогенеза — спонтанного нарастания сложности в открытых нелинейных социальных средах. Последний представляет собой некий аналог биологических процессов морфогенеза и «штамповки» типа редупликации ДНК.

В настоящий бифуркационный период у нас нет времени на медленный многовековой путь к развитому рыночному обществу. Мы вынуждены сокращать постепенный и зигзагообразный эволюционный путь. Колоссально сокращать время перехода, разруху, духовные и материальные лишения этого периода. Нам необходимо миновать драматизм извилистого пути «выживания сильнейших». А для этого было бы желательно найти подходы к определению спектров структур-аттракторов сложных социальных сред и научиться резонансно возбуждать структуры, близкие к аттрактору эволюции.

Законы объединения сложных социальных структур. Еще древние говорили, что мир идет к единству. Он идет к некой свержорганизации или суперорганизму. Может быть, именно принципы коэволюции сложного, устанавливаемые синергетикой, позволяют нам понять, как мир идет к созданию все более сложных объединений.

Всем очевидна необходимость объединения различных культурно-исторических и геополитических образований. Процесс такого объединения реально протекает с огромными потерями, историческими отклонениями и задержками, хотя он и составляет общую цивилизационную тенденцию. Оказывается, существуют законы совместной жизни, коэволюции, конвергенции разнородных элементов мира с сохранением культурно-исторических особенностей, темпа развития, качества жизни и т. п.

Синергетика позволяет выявить такого рода законы коэволюции сложных «разновозрастных», развивающихся в разном темпе структур, а также «включения» простой структуры в более сложную. Знание этих законов позволяет понять способы объединения стран, регионов, геополитических целостностей, развивающихся в разном темпе, находящихся на разных стадиях развития.

Не какие угодно структуры и не как угодно, не при любой степени связи и не на каких угодно стадиях развития могут быть объединены в сложную структуру. Существует органиченный набор способов объединения, способов построения сложного эволюционного целого. Чтобы возникла единая сложная структура, должна быть определенная степень перекрытия входящих в нее более простых структур. Должны быть соблюдены определенные правила топологической организации.

Фактором объединения простого в сложное является некий аналог хаоса, флуктуаций, диссипации, рынок в обобщенном смысле этого слова. Хаос (т. е. обменные процессы разного рода), таким образом, играет конструктивную роль не только в процессах выбора пути эволюции, но и в процессах построения сложного эволюционного целого.

Основной принцип соединения частей в целое можно сформулировать таким образом: **синтез простых эволюционирующих структур в одну сложную структуру происходит посредством установления общего темпа их эволюции.** Причем интенсивность процессов в различных фрагментах сложной структуры (скажем, для социальной среды — уровень экономического развития, качество жизни, информационное обеспечение и т. д. в различных странах) может быть разной. Факт объединения означает, что в разных фрагментах сложной структуры устанавливается одинаковый темп развития социальных процессов. Структуры попадают в один темпомир, начинают развиваться с равной скоростью.

При создании топологически правильной организации из более простых структур (при определенной степени взаимодействия структур и при определенной симметрии архитектуры создаваемой единой структуры) осуществляется выход на новый, более высокий уровень иерархической организации, т. е. делается шаг в направлении к сверхорганизации. Тем самым ускоряется развитие той структуры, которая интегрируется в сложную.

Пульсирующий ритм восхождения к единству. Путь к единению, к интеграции различных частей в целое не является равномерным, постоянным и однонаправленным. Эволюционное восхождение ко все более сложным формам и организациям проходит через ряд циклов распада и интеграции, отпадения от целого и включения в него, торможения хода процессов и их ускорения, подъема.

Из теории самоорганизации следует, что всякие открытые системы с сильной нелинейностью, скорее всего, пульсируют. Они подвергаются естественным колебаниям развития: тенденции дифференциации сменяются интеграцией, разбегание — сближением, ослабление связей — их

усилением. По-видимому, мир идет к единству не монотонно, а через пульсации, посредством чередования распадов (хотя бы частичных) и более мощных объединений.

Синергетика ведет поиск принципов организации мира, принципов объединения структур посредством установления общего темпа развития и циклического переключения режимов возрастания и снижения интенсивности процессов, типа инь-ян.

Циклы обострения интенсивности процессов и падения их интенсивности, распада и объединения частей составляют внутреннюю закономерность нелинейных процессов, они заложены в самой нелинейности процессов. Любые сложные организации вблизи момента максимального, кульминационного развития (момента обострения процессов) демонстрируют внутреннюю неустойчивость к малым возмущениям, подвергаются угрозе распада.

История свидетельствует о том, что мировые империи, максимально разрастаясь и укрепляясь, в конце концов распадались, иногда полностью, бесследно исчезали. И если наблюдается начало распада какой-либо геополитической целостности, на основании синергетики резонно поставить вопрос о том, достаточна ли нелинейность, чтобы повернуть процессы в обратную сторону, переключить их на режим возобновления связей, затухания процессов в центральной части и их активизации на периферии структуры. Если нелинейность недостаточна, то прежние интенсивные процессы могут просто затухнуть, сойти на нет.

Таким образом, фундаментальный принцип поведения нелинейных систем — это периодическое чередование стадий эволюции и инволюции, развертывания и свертывания, взрыва активности, увеличения интенсивности процессов и их затухания, ослабления, схождения к центру, интеграции и расхождения, дезинтеграции, хотя бы частичного распада. И здесь существуют глубокие аналогии с историческими свидетельствами о гибели цивилизаций и распада империй, с циклами Н. Д. Кондратьева, колебательными режимами Дж. К. Гелбрайта, этногенетическими ритмами Л. Н. Гумилева.

Тенденции интеграции, судя по всему, проявляют себя сегодня для стран Европейского сообщества, которое включает в себя все новых и новых членов. Заметим, что ЕС разрешает вступление в свой союз не каких угодно стран, не с каким угодно темпом развития и не с какой угодно связью с постоянными членами, чтобы не нарушать устойчивость целого. В настоящее время увеличиваются и связи России с Западом и начинается обсуждаться вопрос о возможности ее вступления в европейские организации. Образование СНГ вместо бывшего СССР и, в особенности, нынешняя политика создания единого государства России и Белоруссии являются показателями нового объединения.

Каков путь объединения? Исходя из синергетической «идеологии» переключения противоположных режимов, режимов интеграции и дезинтеграции (дифференцирования частей), можно сказать, что возобновление

связей, вероятно, будет происходить на основе прежних прерванных каналов, будет иметь место «растекание по старым следам».

На начальной стадии становления сложной структуры важна топологически правильная ее организация. Объединяясь в сложную, простые структуры не просто складываются, входят в неизменном, недеформированном виде. Они определенным образом трансформируются, наслаиваются друг на друга, пересекаются, при этом какие-то их части выпадают. Как говорят физики, имеет место перекрытие с дефектом энергии. Это означает, что объединение приводит к экономии, к уменьшению «выжигания среды», к меньшему расходу материальных и человеческих затрат и усилий.

Сама топологически правильная организация структур в единую эволюционирующую структуру приводит к тому, что приближается момент обострения, максимального развития. Целое развивается быстрее составляющих его частей. Выгоднее развиваться вместе, ибо это связано с экономией материальных (в частности, энергетических) и духовных затрат. Причем каждый новый способ топологически правильного объединения структур, возникновение каждого следующего (с большими показателями нелинейности) слоя иерархической организации ускоряет темп развития целого и составляющих его частей.

Применительно к рассматриваемой проблеме можно сделать вывод о том, что объединенный, надлежаще построенный рынок ускоряет развитие входящих в него суверенных государств. Поэтому путь создания новой федерации в России, а в более общем плане, путь все большей интеграции независимых государств в мировые сообщества, в известной мере предопределен.

Возможность трансформации поля путей эволюции. Синергетика говорит о том, что изменить поле путей развития сложной структуры, трансформировать спектр структур-аттракторов можно в том случае, если перестроить саму социальную среду. А перестроить среду значит изменить поведение элементов или подсистем этой среды в каждой локальной области, изменить поведение каждого отдельного человека, каждой семьи, коллектива. Отсюда становятся ясными причины сильного влияния рекламы, массового изменения сознания через телевидение и радио, «промывания» мозгов. Парадоксально, что сложная организация строится на основе примитивной среды.

Исходя из общих принципов синергетического мировидения, можно развивать нетрадиционные подходы к сложным социальным, географическим, языковым, философским системам, которые служили бы ориентиром в конкретных научных исследованиях. Конечно, для таких систем пока нет развитых математических моделей. Но синергетический угол зрения позволяет конструктивно обсуждать вопросы о том, куда течет история, как должна строиться будущая организация элементов мира, как избегать неблагоприятных социальных бифуркаций, катастроф, как быстро выходить на желаемые формы социальной организации. (См. литературу в конце книги).

Глава 6

НА ПУТИ К СИНЕРГЕТИКЕ ПОЗНАНИЯ

Если попытаться обозреть совокупное знание человечества, то оно предстает для его «обитателей» в виде Вавилонской башни с такой сложной и развитой иерархией, что вся система постоянно движется на грани развала и саморазрушения.

Э. Эзер

Научный прогресс является нелинейным и обладает своей внутренней логикой.

Э. Ласло

6.1. ВАВИЛОНСКАЯ БАШНЯ ЗНАНИЯ

Человек находится в состоянии смятения перед сложным. И он испытывает страх перед хаосом. Как ориентироваться в сложном, полном неожиданных поворотов мире? Как овладеть сложным? Как прогнозировать развитие сложного? Какова вообще природа сложного и хаотического?

Сложный, неоднозначный и запутанный исторический ход движения познающего разума выглядит как построение Вавилонской башни знания. Будучи порождением человеческого разума, идеи, теории, модели — этот третий мир Поппера — начинает свою собственную жизнь, приобретает собственную историю, порождающую сложность, превосходящую первоначально созданное человеком. И подобно тому, как в библейском мифе о строительстве Вавилонской башни произошло смешение языков, в историческом течении научного знания имеет место смешение, синкретичное переплетение начал организованного и самоорганизующегося, сознательного, преднамеренного и неосознанного, стихийного, предсказуемого и непредсказуемого. В этом когнитивном движении смешивается да и нет, истина и заблуждение, наука и миф, наука и псевдонаука, рассудок как *tabula rasa* и предрассудок.

логическими и социальными, но не логическими факторами. Согласно Лакатосу, появление новой исследовательской программы происходит вне сферы действия «положительной эвристики».

В противоположность этому в синергетике вопрос о возникновении нового, порядка в хаосе и через хаос, упорядоченных структур через флуктуации, является одним из центральных. Синергетическое видение когнитивных процессов, не поможет ли оно нам прояснить механизмы возникновения нового знания?

6.3. ПРИМЕНИМА ЛИ СИНЕРГЕТИКА К АНАЛИЗУ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ?

Синергетические представления имеют своей основой естественно-научные модели. Они коренятся в неравновесной термодинамике, в термодинамике открытых нелинейных систем, нелинейной динамике. Результаты синергетики излагаются до сих пор преимущественно на абстрактном математическом языке. Поэтому возникает принципиальный вопрос: применима ли синергетика к исследованию когнитивных систем? Приложима ли она к процессам эволюции науки как сферы культуры и к процессам обработки информации человеком-творцом? Можно облечь этот вопрос в философичную форму в кантовском духе: как возможно синергетическое видение научного прогресса?

Оно возможно, ибо синергетика направлена на раскрытие универсальных механизмов самоорганизации и эволюции сложных систем, систем любого типа, как природных, так и человекомерных, в том числе и когнитивных систем.

Синергетика устанавливает мостики между мертвой и живой природой, между целесообразностью поведения природных систем и разумностью человека, между процессом рождения нового в природе, «творчеством» природы и креативностью человека. В мертвом ведется поиск черт живого, элементов самоорганизации, чего-то подобного интуиции, а в живом — поиск мертвого, того, что общее ему с мертвым, что уже предзадано, преформировано в мертвом, в законах эволюции Вселенной.

Синергетика раскрывает сквозную связь различных уровней бытия: микро-, привычного нам макро- и мегауровней. Существует подобие процессов, общий рисунок событий, происходящих на разных уровнях организации, существуют общие геометрии поведения. Кроме того, развитие процессов на одном уровне не является полностью независимым от хода процессов, протекающих на ниже- и вышележащих уровнях. При определенных условиях — условиях неустойчивости — микрофлуктуации (или слабые мегафлуктуации) могут прорываться на макроскопический уровень бытия, определять макрокартину процесса.

Но, разумеется, это ответ только в первом приближении.

Если иметь в виду когнитивные приложения синергетики, то смежные проблемные поля разрабатываются сторонниками эволюционной эпистемологии (Evolutionary Epistemology) Д. Кэмпбеллом, Г. Плоткиным, К. Поппером, С. Тулмином и др., а в австро-германской научной школе — эволюционной теории познания (Evolutionäre Erkenntnistheorie) — Конрадом Лоренцем и его последователями и учениками Ф. Вукетичем, В. Каллебо, Р. Ридлем, Г. Фолльмером, Э. Эзером и др.² В 1990 г., после смерти К. Лоренца, профессор Руперт Ридль основал Институт исследования эволюции и познания им. К. Лоренца (Konrad Lorenz Institut für Evolutions- und Kognitionsforschung) в Альтенберге, под Веной, расположенный в усадьбе ученого, и был его первым директором с 1990 по 1997 г.

Эволюционная эпистемология, в особенности в ее первоначальной версии, строилась на основе аналогии между научным прогрессом, ростом научного знания и развитием биологических видов через случайные мутации и естественный отбор. В основе этой аналогии лежит, с одной стороны, идея о том, что сам естественный отбор может быть осмыслен в информационных терминах, т. е. как процесс, в котором приобретается, накапливается и прирастает информация, релевантная нуждам живых систем. А с другой стороны, вариабельность, осцилляции функционирования живых систем рассматриваются как имеющие когнитивную значимость, а сама жизнь как когнитивный процесс, процесс адаптации к среде через ее познание.

В настоящее время эволюционная (биологическая) метафора, выступившая в качестве основы эволюционно-эпистемологического подхода, подверглась существенному углублению. Эволюционная эпистемология представляет собой некую особую исследовательскую программу. Эта программа исходит из того, что когнитивный аппарат человека (его возможности и границы) является результатом глобального эволюционного процесса, продуктом, возникшим в ходе приспособления человека к миру и выживания в нем посредством отбора и накопления ценной информации.

В рамках эволюционной эпистемологии исследуются также теоретико-познавательные и антропологические следствия, вытекающие из этого тезиса. Эволюционным эпистемологам удается объяснить ряд любопытных феноменов в истории человеческого познания, ряд фундаментальных заблуждений коллективного человеческого разума, в том числе устойчивое принятие и использование в течение едва ли не двух тысячелетий физики Аристотеля. Такой подход, стало быть, демонстрирует свою конструктивность.

² См. об этом: Concepts and Approaches in Evolutionary Epistemology. Dordrecht, 1984; Issues in Evolutionary Epistemology / Ed. by Hahlweg K. and Hooker K. N. Y., 1989; Die Evolutionäre Erkenntnistheorie. Bedingungen, Lösungen, Kontroversen / Hsgb. von Riedl R. und Wuketits F. M. Berlin, 1987; Die Evolutionäre Erkenntnistheorie im Spiegel der Wissenschaften / Riedl R. und Delpo M. Wien: WUV-Universitätsverlag, 1996.

В свете синергетики, однако, открываются возможности значительно углубить и развить далее этот подход. Речь может идти не просто об аналогии и переплетении форм биологического и социокультурного развития (в частности, науки как сферы культуры), которые объединяются в одни концептуальные рамки в теории генно-культурной коэволюции Ч. Ламсдена и Э. Уилсона. По-видимому, существует изоморфизм эволюции живых систем и эволюции культуры. Существует универсальная общность образцов саморазвития и самоорганизации сложных систем мира, что и составляет предмет синергетики. То есть с помощью синергетики осуществляется выход на наиболее высокий уровень исследования, вырабатываются некие общие модели, устанавливаются закономерности трансдисциплинарного типа³.

Естественно, может быть выдвинуто возражение, что любая универсальная схема, тем более имеющая свои истоки в естествознании, в данном случае в неравновесной термодинамике, искажает человеческую сущность, несет в себе опасный зародыш редукционизма. Наука строится людьми, обладающими сознанием и свободой воли. Ученые ставят цели своего творчества и достигают или не достигают их в ходе исследовательской работы. Кажется, что человек может проявлять своеволие, зная универсальные законы, может «нарушать» их.

На самом деле природа не знает «нарушения» своих законов. «Нарушение» законов природы есть иллюзия. «Нарушая» закон тяготения, человек может сломать себе ногу. Ученый, «нарушающий» некие основные правила научной деятельности, принятые в научном сообществе, будет отторгнут им как человек «не от мира сего». Сами законы самоорганизации процессов и результатов научной деятельности складываются из поминутных «нарушений» этих законов, на основе плюрализма воли, когнитивных намерений и действий. Проявляют себя некие объективные тенденции течения жизни в научном сообществе.

Обсуждая проблему применимости теории самоорганизации к анализу научного познания как процесса сознательной деятельности человека, Е. А. Мамчур приходит к следующему выводу: «Означает ли это [имеется в виду то обстоятельство, что человек сознательно планирует и управляет своей когнитивной деятельностью. — *Авт.*], что на когнитивном уровне вообще не осуществляются процессы самоорганизации? Представляется, что это не так. Такие процессы в познании реализуются, но искать их следует, анализируя те тенденции развития теоретического мира, кото-

³ Knyazeva H., Haken H. Synergetics of Human Creativity // Dynamics, Synergetics, Autonomous Agents. Nonlinear Systems Approaches to Cognitive Psychology and Cognitive Science / Ed. by W. Tschacher, J.-P. Dauwalder. Singapore: World Scientific, 1999. P. 64–79; Князева Е. Н. Синергетическая модель эволюции научного знания // Эволюционная эпистемология: проблемы и перспективы / Под ред. И. П. Меркулова. М.: Российская политическая энциклопедия, 1996. С. 102–128.

В-третьих, и в плане дальнейшего развития сказанного, становится очевидным, что синергетический подход не претендует на какую-то особую, выделенную роль, он представляет собой лишь один из ракурсов исследования когнитивной деятельности ученых. В качестве дополнительного к этому ракурсу выступает ракурс сугубо человеческий, экзистенциальный и этический — исследование движения научного сообщества с точки зрения свободы и этической ответственности каждого ученого как самостоятельного индивидуума.

Кроме того, синергетический подход ни в коей мере не может претендовать на некий особый статус среди известных концептуальных моделей в философии науки. Многие феномены исторического развития научного знания успешно объясняются в концепциях «научных революций» Т. Куна, «исследовательских программ» И. Лакатоса, «научных тем» Дж. Холтона и т. д. Синергетическое видение когнитивных процессов позволяет по-своему перетолковать существующие объяснения, иначе взглянуть даже на старые эпистемологические проблемы. Более того, появляется возможность наметить пути решения внутренних трудностей этих концепций, связанных, в частности, с пониманием механизмов рождения нового знания.

Но особо ценно то, что синергетика может ставить перед психологами, когнитологами, эпистемологами новые, нестандартные вопросы, открывающие перспективные шаги исследований в специальных областях. Видение когнитивных процессов через призму синергетических представлений позволяет рассмотреть с необычной стороны природу креативного мышления и механизмы интуиции, дополнительно прояснить исторический ход инновационных процессов, скажем, феномены инерции парадигмального сознания, всплесков творческой активности, одновременных (параллельных) открытий в науке, а в связи с этим предложить толкования таким культурологическим клише, как «дух времени», «идея витает в воздухе» и т. п.

В настоящее время происходит экспансия синергетики в самые различные области знания. Проводятся конференции и появляются научные издания по биологической синергетике, нейросинергетике, социосинергетике и т. д. Почему бы не заняться синергетикой познания?

6.4. ТРИ АРГУМЕНТА В ЗАЩИТУ СИНЕРГЕТИКИ ПОЗНАНИЯ

До сих пор существуют немногочисленные попытки применить синергетику к пониманию когнитивных феноменов. Эти попытки строятся преимущественно от естествознания, от синергетических моделей к сложному: к функционированию мозга, к психике, к когнитивным процессам.

Синергетика — одна из немногих областей знания, которая обладает свойством самоприменимости. Открывая универсальные паттерны эво-

люции и самоорганизации систем сложной природы, она органично включает в свое рассмотрение и характер эволюции систем научного знания, в том числе и самого синергетического знания. Синергетика познания — это как бы синергетика второго порядка по отношению к собственно синергетике как сфере исследования путей эволюции сложного вообще.

Один из томов шпрингеровской серии книг по синергетике целиком посвящен когнитивным приложениям синергетики. Он так и называется «*Synergetics of Cognition*». Во вводной статье Г. Хакен предлагает интерпретацию изменений образцов когнитивного поведения (связанного с распознаванием образов, восприятием и мышлением) посредством понятий неравновесных фазовых переходов и параметров порядка, а также пытается наметить возможные границы вторжения синергетики в эту область⁶.

Используя синергетический подход, М. Штадлер и П. Крузе в основном на качественном феноменологическом уровне рассматривают процессы восприятия, памяти, принятия решений, креативного мышления. Тогда как гештальтпсихология 80 лет тому назад только описывала эмерджентные свойства макроскопически наблюдаемого поведения человека, например, автономное упорядочивание в восприятии, памяти, креативном мышлении, синергетика может выступить в качестве основы для моделирования тех внутрисистемных взаимодействий на микроскопическом уровне, которые вызывают эти феномены. Представления о флуктуациях, фазовых переходах, нарушении симметрии, подчинении параметрам порядка оказываются релевантными и полезными в данном случае. «Теория самоорганизации представляет собой многообещающий новый подход к пониманию функционирования когнитивных систем, — приходят к заключению Штадлер и Крузе. — Синергетические понятия позволяют объяснить внезапное возникновение макроскопических свойств на основе взаимодействия элементов на микроскопическом уровне. Благодаря этому синергетика дает возможность разрешить старую для гештальтпсихологии проблему спонтанного формирования порядка в когнитивных системах»⁷.

Г. Фольмер обсуждает когнитивные следствия, вытекающие из универсальных синергетических механизмов, но делает это несколько более аналитично и более философично. Он раскрывает перспективы приложения синергетики и к исследованию работы человеческого мозга — этого таинственного сверхкомпьютера, — и закономерностей поисковой деятельности человека, и к пониманию механизмов возникновения и принятия новых научных идей, гипотез, теорий в научном сообществе. «Синергетика может помочь нам понять, как возникают новые идеи, будь то у

⁶ *Haken H. Synergetics as a Tool for Conceptualization and Mathematization of Cognition and Behavior — How Far Can We Go? // Synergetics of Cognition / Eds. Haken H. and Stadler M. Berlin, 1990. P. 2–31.*

⁷ *Stadler M., Kruse P. The Self-Organization Perspective in Cognition Research: Historical Remarks and New Experimental Approaches // Synergetics of Cognition. Berlin: Springer, 1990. P. 47–48.*

индивидов или групп, будь то посредством взаимодействия различных частей мозга, посредством кооперации или соревнования нескольких мозгов, или посредством применения таких когнитивных средств, как компьютеры. Процессы получения новых идей, плодотворных понятий, продуктивных гипотез, теорий или моделей, мощных правил, алгоритмов или вычислений, эффективных оценочных процедур, интересных проблем, экспериментов или аргументов — все эти процессы могут быть описаны как переходы от информационного беспорядка к информационному порядку. Синергетика, по-видимому, имеет достаточные возможности, чтобы пролить свет на эти процессы»⁸.

О каких именно синергетических эффектах в науке может идти речь? Почему в науке наряду с механизмами сознательной и целенаправленной организации все-таки играют роль и механизмы самоорганизации?

Прежде всего потому, что наука представляет собой коллективное предприятие. Она связана с действиями коллективов ученых, с работой научного сообщества. Даже выдающиеся ученые-одиночки, ученые-энциклопедисты со времен Платона создавали академии, лицеи, научные школы для совместного обсуждения проблем, для воспитания подрастающего поколения, для формирования когорты своих последователей.

В науке проявляют себя кооперативные, или когерентные, — синергетические — эффекты, подобные формированию коллективного мнения в группе. Как, например, возникают коллективные, стадные эффекты в поведении стада животных или стаи птиц? Как можно смоделировать поведение героя и толпы? Как понять ситуацию созревания бунта в тюрьме? Как просчитать формирование коллективных предпочтений в мнениях избирателей и прогнозировать результаты выборов? Оказывается, во всех этих ситуациях прослеживаются общие закономерности — закономерности становления когерентности, связности событий, возникновения общепринятых образцов поведения.

На первоначальном этапе могут оказаться существенными даже «малые флуктуации», незначительный разброс в мнениях, устремлениях, интенциях. Далее имеет место конкуренция «коллективных мод», т. е. типов движения, индивидуальных или узкогрупповых способов (образцов) поведения и мышления. В результате этого «выживает» лишь один из типов поведения (мышления). Возникает эффект «подчинения» (принцип подчинения введен в синергетику Г. Хакеном) иных образцов (паттернов) поведения преобладающими, парадигмальными образцами поведения и мышления.

Как правило, наиболее конкурентноспособными в системе оказываются долгоживущие образцы поведения, именно они выживают. К примеру, носителями уставных правил жизни университета являются профес-

⁸ Vollmer G. New Problems for an Old Brain — Synergetics, Cognition, and Evolutionary Epistemology // Synergetics — From Microscopic to Macroscopic Order. Berlin: Springer, 1984. P. 251.

сора, а не студенты, во всяком случае, не студенты-первокурсники. Студенты, особенно только что поступившие в университет, вынуждены подчиняться распорядку, установленному задолго до их появления в нем.

Научная информация, некий слой общепринятого и общераспространенного в научном сообществе знания представляет собой некоторую социокультурную матрицу, своего рода «каталитическую поверхность», позволяющую соединить усилия многих ученых по решению каждой из научных проблем. Эта социокультурная матрица включает в себя общий язык, «способы думать вместе», общие правила научного исследования, изложения результатов, научного общения.

Ведь, вообще говоря, каждый отдельный ученый никогда не понимает проблему полностью, «до конца». Он всегда разбивает ее на части, видит лишь один или немногие ее аспекты. Он рассматривает проблему со своей точки зрения, будучи обременен своим собственным «неразумием», «незнанием». Поэтому неправомерно говорить, что вся научная проблема проходит или, тем более, уже прошла через одну голову. Она отражается по-разному разными учеными, и именно разное отражение проблемы ее движет.

Информационные сети, матрицы исследования имеют надиндивидуальный, трансперсональный, интерсубъективный характер. Они являются формой «многочастичного столкновения», многократного пересечения потоков информации в научной среде. Такое понимание феномена когерентности в науке резонирует с идеями Н. Н. Моисеева о возникновении надиндивидуального разума, некоего разума ноосферы, «коллективного интеллекта всего человеческого общества, рождающегося как результат мирового эволюционного процесса, в известном смысле независимо от человека»⁹.

Когерентные эффекты в науке проявляются, видимо, преимущественно в условиях спокойного, парадигмального течения научного знания. На таких этапах царит устоявшееся, парадигмальное, общепринятое. Парадигмальное знание утверждается, распространяется, «штампуются» как истинное. До определенной степени забывается об источниках происхождения знания, о его относительно истинном характере. И хотя вопрос об истине в науке не решается большинством голосов, на такого рода этапах развития научного знания акцент падает на истину как нечто когерентное. Когерентные представления об истине оправдывают свой смысл, о чем свидетельствуют и результаты эволюционной эпистемологии.

А в эпохи научных революций ученые вновь обращаются к источникам знания, к проверке, перепроверке и критике существующего знания, а также к экспериментальному и теоретическому обоснованию знания зарождающегося. Обращается внимание на то, какие корреляты в дей-

⁹ Моисеев Н. Н. Восхождение к разуму: Лекции по универсальному эволюционизму и его приложениям. М.: ИздАТ, 1993. С. 47–48.

ствительности имеют старое и новое, возникающее знание. На первый план выступает истина как корреспондентное, истина как соответствие.

Таким образом, первый аргумент в защиту синергетики познания — это очевидная *роль кооперативных, когерентных эффектов в науке*.

Второй и, пожалуй, наиболее весомый аргумент в пользу применимости синергетики в эпистемологии — это *информационный подход к научному знанию*, который более развит по сравнению с синергетическим и уже оправдал свою ценность и плодотворность. Информационный подход очень близок к синергетическому, а сами закономерности самоорганизации могут быть сформулированы в информационных терминах. Такие исследования проводятся Г. Хакеном и Г. Фолльмером, в частности, в обсуждаемых выше работах.

Научная деятельность, действительно, связана с *потоками научной информации*:

- с *рождением новой информации* (процессом, противоположным росту энтропии в замкнутой системе), т. е. с переходом от информационного беспорядка к информационному порядку (разумеется, речь идет о больших или меньших степенях хаоса и порядка);
- с *передачей научной информации* через многократные, «многочастичные» взаимодействия в научном сообществе;
- с *ростом научной информации* в режиме с обострением, с информационным взрывом.

Наконец, третий аргумент — плодотворность *структуралистского подхода* к пониманию эволюции научного знания.

В соответствии с нашим пониманием синергетики, закономерности самоорганизации формулируются не столько на языке теории информации, сколько в терминах образования и эволюции структур, морфогенеза, усложнения и деградации структур, их синтеза и распада. Иными словами, конструктивен структуралистский анализ науки.

Идеи, родившись, начинают свою собственную жизнь, собственный путь эволюции. И эта жизнь, жизнь продуктов сознания, подчиняется закономерностям самоорганизации. Это — третий мир К. Поппера, рассматриваемый в эволюционном, синергетическом аспекте.

Развиваемые здесь синергетические представления близки к взглядам французских структуралистов (Ж. Деррида, Ж. Лакана, П. Рикера, М. Фуко) на феномены человеческой культуры. Они полагают, что поступки человека, так же как и его мысли, случившись, обретают свою собственную жизнь. Великие произведения человеческого духа вырываются из первоначальных условий своего существования и обретают свои собственные судьбы в культуре. Рисунки действий, как и сюжеты книги, становятся доступными чтению нескольких читателей.

Представления структуралистов о синхронных срезах «культурной почвы», об «архивах» как одновременно существующем настоящем и будущим и об эпистемах как «общих конфигурациях эпистемического поля» (М. Фуко), о бытии как вечном присутствии и нелинейности письма как

саморазрастающемся словесном пространстве (Ж. Деррида), о делокализации субъекта в пространстве культуры и его разлитости по «цепочкам означающих» (Ж. Лакан), о различении (*différence*) как «временном становлении пространства» и «пространственном становлении времени» (Ю. Кристева)¹⁰ могут быть иначе поняты и развернуты в синергетике.

«Живого настоящего» нет: все настоящее «соткано» из остатков отдаленно-прошлого и неопределенно-будущего, считают структуралисты. Всякий синхронный срез сложной эволюционной структуры самоорганизации содержит в себе информацию (в разных пространственных фрагментах структуры) о характере прошлого и будущего развития этой структуры, и вся эта информация читабельна, считают ученые-синергетики.

В рамках синергетики может быть построено, вероятно, нечто подобное геометрии мысли. Правда, в отличие от традиционного структурализма, который рассматривает мысль, письмо, знание, среду культуры в аспекте синхронности, присутствия, одновременного существования всех временных модусов, синергетика развивает взгляд на геометрию эволюционирующей мысли, на «архитектуру» коэволюционирующих структур знания.

Речь идет об исследовании «разновозрастных» и развивающихся в разном темпе структур сознания (мышления, памяти, восприятий, представлений), фрактальных рисунков мыслей, т. е. самоподобия процессов и возникающих структур на уровне индивиду-творца и на уровне научно-го сообщества. А также об исследовании неких социокультурных метрик, матриц коллективного поведения и мышления, сетей, опутывающих научное сообщество. Бунтари, ученые-новаторы, зачастую обгоняя свое время, деформируют эти концептуальные сети или паутины, их идеи отторгаются последними как инородные тела. Но в случае их настойчивого и успешного продвижения в науке, сети общепринятого знания перестраиваются, самодостраиваются с учетом этих возмущений.

Стоит дать еще одно пояснение. В рамках эволюционной эпистемологии принято различать две относительно независимые программы (или уровня) исследования¹¹. Первая программа — это исследование эволюции когнитивных способностей, механизмов познания и обработки информации животным и человеком в свете основных представлений биологической теории эволюции. Это — по сути дела, биология познания и знания (К. Лоренц, Р. Ридль). Вторая программа — это исследование эволюции научного познания и знания, т. е. попытка объяснить развитие культуры, включая научные идеи и теории, посредством эволюционных моделей (К. Поппер, С. Тулмин, Э. Эзер).

¹⁰ См. об этом: Автономова Н. С. Философские проблемы структурного анализа в гуманитарных науках. М., 1977. С. 70, 83, 101, 162.

¹¹ См. об этом: Wuketits F. M. Evolutionary Epistemology and its Implications for Humankind. N. Y., 1990. P. 152–153.

Эти две программы, которые вслед за Дональдом Кэмпбеллом получили название «эволюционная эпистемология», можно рассматривать как первую, или предварительную, часть и вторую, или последующую, часть. Благодаря первой, наиболее разработанной части, эволюционная эпистемология достигла высокой степени признания в научном сообществе. Вторая часть привела к возникновению большого интереса, но вместе с тем и некоторого замешательства, непонимания в научном сообществе, стала объектом серьезной, зачастую необоснованной критики.

Б. Иррганг выделяет три несколько различающихся направления эволюционно-эпистемологических исследований в австро-германской школе:

1) Эволюционная эпистемология как эвристика приобретения знания (Р. Ридль).

2) Пробы и ошибки и эволюция научного метода (Фр. Вукетич, Э. Эзер).

3) Мышление как функция мозга, приспособительный характер человеческого познания и возможность критики знания (Г. Фолльмер)¹².

Второе и третье вышеназванные направления предусматривают решение задач как первого, так и второго уровней эволюционной эпистемологии.

Синергетическая модель эволюции научного знания или, другими словами, синергетика познания, укладывается в рамки второй программы (или уровня) эволюционной эпистемологии¹³.

6.5. НЕЛИНЕЙНОЕ ВИДЕНИЕ КОГНИТИВНОЙ ЭВОЛЮЦИИ

Если предельно кратко охарактеризовать сущность синергетического видения когнитивной эволюции, то в фокусе внимания оказываются всего лишь три основные идеи: а) принципиальная открытость (незамкнутость) систем научного знания; б) нелинейность эволюции научного знания и когнитивных способностей человека и в) самоорганизация когнитивных систем. При этом под когнитивной эволюцией здесь понимается эволюция не только систем научного знания, но и человеческих познавательных (когнитивных) способностей.

Нелинейность эволюции научного знания может быть понята посредством:

♦ *идеи многовариантности, альтернативности путей эволюции науки (разнообразия подходов, направлений, традиций как предпосылки научного прогресса);*

¹² *Irrgang B.* Lehrbuch der Evolutionären Erkenntnistheorie. Evolution, Selbstorganisation, Kognition. München, 1993. S. 107–126.

¹³ См.: *Knyazeva H.* The Synergetic View of Human Creativity // Evolution and Cognition. Vienna, 1998. Vol. 4, N 2. P. 145–155.

♦ *идеи выбора из этих альтернатив* в так называемых «точках бифуркации», в эпохи научных революций;

♦ *идеи необратимости эволюции и потери возможностей* (скажем, большей плодотворности каких-то маргинальных «ветвей» эволюции, «забытых» гипотез, а не тех, которые были выбраны историей);

♦ *идеи вариации темпов эволюции*. Темп эволюции ускоряется в эпохи научных революций. Кроме того, всякая относительно обособленная научно-теоретическая система имеет свой собственный «ритм жизни», темп эволюции, а, стало быть, время в ней течет иначе, чем в других научных системах.

Картина эволюционного течения науки как четко очерченного полноводного русла, поглощающего в себе все побочные течения и вполне предсказуемого, с синергетической точки зрения, представляется далеко недостаточной. Эволюция парадоксальным образом включает в себя и инволюцию. А прогресс, судя по всему, невозможен без попятных движений и возвратов к старому. Имеют место тенденции не только усложнения организации систем знания, но и понижения степени сложности. Реально происходит не только рост пластичности, но и рост жесткости, ригидности научных систем, что приводит к их ломке, существенной модификации в эпоху научной революции. Всякая новая научная идея проходит путь от первоначального неприятия до эйфорического приветствования и последующего вырождения в догму. И это также есть показатель инволюционных тенденций в науке.

В процессе исторического развития науки имеют место не только повышение разнообразия концепций, теорий и традиций, но и свертывание этого разнообразия, тенденции к унификации, стиранию различий. Правда, свертывание разнообразия, конвергентные тенденции в определенном смысле — в смысле повышения степени избирательности, — как будет показано далее, могут быть показателем прогресса сложных систем.

Нельзя вести научный поиск, не ошибаясь и не заблуждаясь, не побродив достаточно по ментальным лабиринтам, не испытав на своем опыте его тупиков. Аналогичным образом, движение коллективного разума к познанию мира и к построению научных картин мира невозможно без заблуждений, без попадания в ловушки, обусловленные самой природой человека как существа, адаптированного к определенной «когнитивной нише». Как однажды выразился Стефан Тулмин, «все знание несет на себе печать структуры нашего собственного духа». Когнитивное восхождение коллективного разума неотделимо от попадания в эволюционные тупики, от *Holzwege*, т. е. от дорог, которые обрываются лесом, от дорог, которые ведут в никуда.

Эта метафорическая оболочка в синергетическом описании эволюции научного знания неслучайна. Как правило, всякое новое знание рождается через метафору, предстает поначалу в метафорической форме. Метафора создает широкую, свободную для различных толкований и перетолкований, основу для кристаллизации новых структур знания. И когда

свершается событие кристаллизации нового знания, такого рода метафорическая оболочка отпадает.

Суммируя вышесказанное, подчеркнем, что нового вносит синергетический подход по сравнению с близкими к нему и более развитыми теоретико-информационным и структуралистским подходами к анализу эволюции научного знания и феноменов культуры. Специфика синергетического подхода — в исследовании:

- механизмов становления когерентности, связности событий, возникновения общепринятых образцов когнитивного поведения и мышления (ибо наука представляет собой коллективное предприятие, в котором проявляют себя кооперативные, корпоративные эффекты, подобные формированию коллективного мнения в той или иной общественной группе);

- роли аналогов хаоса, разнообразия элементов знания и опыта, испытания ряда ментальных альтернатив для устойчивого и продуктивного функционирования когнитивных систем;

- быстрых процессов индивидуального творчества и роста научного знания и научной информации, режимов с обострением (*blow-up regimes*), а также смены двух взаимодополнительных режимов на научной среде — быстрого развития и локализации процессов, с одной стороны, и замедления, спада активности и «растекания» — с другой;

- соотношения элементов преддетерминации и открытости эволюционных процессов, связанных с событием выпадения на структуру-аттрактор как одну из спектра возможных структур знания, с выбором дальнейшего пути эволюции на поле большого, но ограниченного, спектра возможностей;

- конструктивных механизмов коэволюции сложных, иерархически организованных и «разновозрастных» структур индивидуального сознания, знания и коллективной когнитивной деятельности (системы сознания-подсознания ученого; научных школ; науки как сложной системы, включающей в себя слой интуитивного знания, скажем, интуитивные представления о движении современного человека, близкие к физике Аристотеля, народную науку, институализированную науку и не укладывающийся на сегодня в рамки установленного и объяснимого слой паранормального знания — паранауку);

- возможности эффективного управления нелинейными системами сознания и знания посредством топологически правильно организованных, так называемых резонансных, воздействий.

6.6. ВОПЛОЩЕННЫЙ РАЗУМ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛЕЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ В КОГНИТИВНОЙ НАУКЕ

Весьма симптоматично, что синергетический подход к осмыслению процессов познания и деятельности человека совпадает с новомодным динамическим подходом в когнитивной науке. В настоящее время имеет место, по сути дела, бум исследований, связанных с развитием этого подхода в когнитивной науке. Динамический подход пришел на смену вычислительному подходу, — имеющему до сих пор немало приверженцев, — который основан на моделях искусственного интеллекта и оперировании дискретными символическими структурами. Тогда как вычислительная парадигма исходит из того, что мозг представляет собой некий тип нейронного компьютера, возникший в ходе эволюции (компьютерная метафора), динамическая парадигма приводит аргументы, что мозг не сводим ни к какому суперкомпьютеру, что уровень процессов познания является автономным, на нем возникают новые, эмерджентные качества. Нет нужды в новом иерархическом уровне или «шефе», чтобы дирижировать оркестром элементов познания, сама динамика познавательных процессов выполняет эту роль.

Один из первых импульсов для развития динамического подхода в когнитивной науке был дан работой чилийского ученого (работавшего в Париже с 1986 г. вплоть до своей безвременной кончины 28 мая 2001 г.) Франциско Варелы и его американских коллег Эвана Томпсона и Элеоноры Рош о «воплощенном, или инкарнированном, познании» (*embodied cognition*)¹⁴. Суть этого подхода символически выражается в словах «*mind as motion*» («ум как движение») и впервые развернутым образом представлена в коллективной монографии, изданной в 1995 году¹⁵.

Сама исследовательская стратегия не нова. Использование динамических представлений было существенным еще в кибернетическую эру (1945–1960), и после этого существовали динамические исследовательские программы. В то же время динамический подход сегодня обеспечивает не только математический аппарат, но и принципиально иное рассмотрение природы когнитивных систем — рассмотрение их с позиций последних достижений нелинейной математики и теории сложных адаптивных систем. Атрибуты когнитивных процессов, на анализ которых нацелена динамическая программа, таковы:

♦ не только изменчивость в процессах обучения, но и стабильность, словом, подлинная динамика познания (с такими свойствами, как устойчивость к шуму, мультистабильность, гистерезис и т. д.);

¹⁴ Varela F., Thompson E., Rosch E. *The Embodied Mind*. Cambridge: The MIT Press, 1991.

¹⁵ *Mind as Motion: Exploration in the Dynamics of Cognition* / Ed. R. F. Port and T. van Gelder. Cambridge: The MIT Press, 1995.

♦ автономность и полнота (чтобы быть объяснительной, теория знания и познания не должна опираться на какого бы то ни было гомункула, не должна иметь скрытых интенционалистских следствий);

♦ оптимальность и адаптация.

Динамический подход в когнитивной науке определяется тремя новыми ключевыми словами: *инкарнированное, ситуационное и инактивированное познание* (*embodied, situated and enactive cognition*). Кратко рассмотрим, какой смысл вкладывается в каждый из этих терминов.

Говоря об *инкарнированном, или воплощенном, познании*, фокусируют внимание, во-первых, на том, что «познание зависит от тех типов опыта, которые проистекают из того, что познающий обладает телом с его различными сенсомоторными способностями, а во-вторых, что сами эти индивидуальные сенсомоторные способности встроены в более широкий биологический, психологический и культурный контекст»¹⁶. Процессы восприятия и двигательной активности неразрывно связаны в живом процессе познания. Умственные процессы тесно увязаны не только с эмоциональностью индивида, но и с особенностями его телесной организации. Поэтому в определенном смысле истинно то, что человек мыслит, используя свое тело, а не только мозг. Уже давно говорят о существовании языка тела, составляющем основу невербальной коммуникации. Но если есть язык тела, то, быть может, и мышление не концентрировано в голове, а разлито по телу?

Ситуационность познания означает, что «нельзя понять познание, если оно абстрагировано от организма, который включен в особую ситуацию, имеющую своеобразную конфигурацию, то есть в экологически определенных условиях»¹⁷. Познавательный акт расширяется в некую ситуацию, обладающую определенными топологическими свойствами. Отношения познающего субъекта к своему окружению существенны. С этой точки зрения, память не рассматривается более как нечто, преимущественно хранимое в символической форме «в голове», скорее она представлена внешне, разлита в окружении. Когнитивная психология становится психологией экологической. Это резонирует с идеями одного из представителей школы гештальтпсихологии — Курта Левина, с его топологической психологией. Он вводит представления о жизненном пространстве, его пространственной организации и временной глубине, его валентности, т. е. о векторах психологического пространства, о присутствующих ему внутренних направленностях.

Третий неологизм — это *инактивированное познание*. Он введен для того, чтобы подчеркнуть активную сторону восприятия и мышления, человеческого познания вообще. Мы обучаемся, запоминая, познаем, действуя. Познание есть эпистемическое действие. Как разъясняет Варела,

¹⁶ Varela F., Thompson E., Rosch E. Op. cit. P. 172.

¹⁷ Le cerveau n'est pas un ordinateur. Entretien avec Francisco Varela par Herve Kempf. // La Recherche. Avril 1998, No. 308. P. 110.

в это понятие включаются два взаимодополнительных аспекта. С одной стороны, неразрывная связь познающего субъекта с объектом, которое фундаментально опосредовано его сенсомоторной активностью. С другой стороны, автономная активность субъекта, идентичность которого основана на внезапно и спонтанно возникающих, эндогенных конфигурациях (или паттернах самоорганизации) его активности. Не только познающий познает мир, но и процесс познания формирует познающего, придает конфигурации его когнитивной активности. Не только идущий прокладывает дорогу, но и дорога делает идущего; пройдя этот путь, он превращается в другого человека. В то же время познающий не только познает, но и конструирует мир, ибо если мир для голубя окрашен в пять цветов, а мир человека полихроматичен, то не имеет смысла вопрошать о том, каков подлинный цвет мира. Поэтому, как говорит Варела, мир может быть охарактеризован не посредством атрибутов, но только посредством потенций, которые инактивируются в когнитивной деятельности.

В свете этих новых представлений сознание человека предстает как динамическая и самоорганизующаяся структура-процесс. Сознание инкарнировано в определенное тело, обременено некой телесной оболочкой. Сознание всегда ситуационно, т. е. окультурено, самими наличными историческими условиями поставлено в контекст определенной культурной, политической, социально-психологической, научной ситуации. Индивидуальное «Я» человека инактивировано, одновременно внутренне автономно и встроено в узкий и широкий контекст своей деятельности, обусловлено этим контекстом. Оно вовлечено в динамический поток производства себя и своего окружения, в цепи самотрансформации под влиянием тех ситуаций, в которых оно оказывается. Оно претерпевает каскады кристаллизации своих знаний, своего таланта, своего мировоззрения, своих глубинных чувств энтузиазма и отчаяния, любви и ненависти, дерзости и смирения. Личность человека постоянно саморазрушается и самоформируется, погружается в темную бездну хаоса и вырывается из нее обновленной и просветленной.

Глава 7

БРОЖЕНИЕ УМОВ ТВОРЯЩИХ. СИНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ВИДЕНИЕ «КОГНИТИВНОЙ РОБИНЗОНАДЫ»

Мысль живущего (идет) многими путями... Мысль живущего (бывает) во многих мирах...

Из Ригведы

Конечная ясность рождается лишь после долгих блужданий и неизбежных идолопоклонств...

П. Валери

Динамика науки строится на хаотической подложке индивидуальных ментальных состояний. В этой главе обратим свой взгляд на индивидуальный уровень когнитивных процессов — уровень разнонаправленных, личностно окрашенных исследовательских устремлений и действий индивидов.

Перед нами открывается картина: мириады творящих умов в океане культуры. Здесь мало помогают обычные логические инструменты исследования. Ибо такие кульминационные моменты творческого мышления, как работа творческой интуиции, достижение озарения, инсайта, «ага-переживания», предстают как наиболее загадочные феномены. До сих пор они трудно поддаются не только логическому анализу, но даже и вербальному описанию.

При исследовании индивидуального творчества в этой главе перед нами неоднократно будет всплывать образ одинокого мыслителя, который блуждает запутанными путями мысли и которому время от времени удастся осуществлять прорывы в неизвестное. Мы могли бы сослаться здесь на высказывание Германа Гельмгольца, известного немецкого естествоиспытателя XIX века, который проводит аналогию между мучительными исканиями человека-творца и путешествием неосведомленного человека,

вознамерившегося взобраться на вершину горы. «Я могу сравнить себя с путником, который предпринял восхождение на гору, не зная дороги, — рисует мысленную картину Гельмгольц, — долго и с трудом взбирается он, часто вынужден возвращаться назад, ибо дальше нет прохода. То размышление, то случай открывают ему новые тропинки, они ведут его несколько далее и, наконец, когда цель достигнута, он, к своему стыду, находит широкую дорогу, по которой мог бы подняться, если бы умел верно отыскать начало»¹.

Для постпозитивистской традиции (Рейхенбах, Поппер) было характерно разделение на «контекст открытия» и «контекст обоснования», согласно которому первый практически полностью выносился за рамки логико-философского и методологического исследования. Но сегодня, благодаря достижениям эволюционной эпистемологии, когнитивной психологии, нейрофизиологии, сравнительной культурологии (в частности, сравнению восточного и западного типов мышления и мировосприятия), во многом успешно преодолевается это жесткое разделение на два контекста и два способа исследований. Свою лепту в преодоление этого разделения, в нарушение демаркационной линии между «контекстом открытия» и «контекстом обоснования», психологией и логикой может внести, по-видимому, и синергетика, вернее, синергетический подход, синергетический способ видения мира, приложения синергетики к сложным процессам индивидуального творчества.

С точки зрения синергетики творческое мышление предстает в необычном ракурсе. Открываются возможности описать его механизмы на другом языке, наметить подходы к их объяснению в иных концептуальных рамках — в рамках общих образцов самоорганизации. Отметим только, что из-за отдаленности связи между используемой здесь моделью нелинейных, синергетических процессов (моделью в своих истоках физикалистской) и человекомерными феноменами творчества, а также из-за сложности этих феноменов, язык описания с неизбежностью становится метафорическим, а попытки объяснения становятся глубоко нежесткими, нелинейно связанными с возможными потребителями. Если что-то из высказываемого, конструируемого в этой главе отзовется в душе читателя, совпадет с его собственными профессиональными поисковыми устремлениями, то это, по всей вероятности, предполагает «выращивание» собственного «древа поиска» на поле его сознания, реализацию его собственной исследовательской программы.

Почему неизбежно блуждание по элементам наличного знания? Почему магистральный путь к вершине, к новому, к научной истине, как правило, открывается лишь *post factum*? Почему в момент озарения ученому-творцу порой кажется, что он высказывает «уже существующее», «потенциально имевшееся»? Иначе говоря, почему в момент озарения иногда возникает симптом *déjà vu* (уже виденного)?

¹ Гельмгольц Г. Как приходят новые идеи // Психология мышления: Хрестоматия. М., 1981. С. 336.

Можно ли управлять работой творческой интуиции? Ведь путь творческой интуиции в принципе сопоставим с путем медитирующего йогина. А на Востоке в течение тысячелетий развивается практика управления витальными и ментальными оболочками человека и разрабатываются способы организации путешествий сознания, его трансценденций, выхода за пределы каждодневного индивидуального опыта. Насколько эти образы релевантны для развития современных представлений о механизмах научного творчества? Что нам могут подсказать древние индусы или китайцы относительно способов инициирования творческой интуиции? Этот круг вопросов будет обсуждаться в данной главе.

Итак, представим общий абрис механизма творческого мышления в свете представлений синергетики.

7.1. СЦЕНАРНОСТЬ КРЕАТИВНОГО МЫШЛЕНИЯ

Брожение фантазии ума... предшествует успешному индуктивному обобщению.

А. Уайтхед

Многовариантность, разнообразие ходов, случайность, даже хаотичность в позитивном смысле этого слова — одна из характерных черт творческого мышления.

Еще китайские мудрецы говорили, что «мысли доставляют удовольствие, когда они приходят внезапно»². Лучшие мысли приходят к нам тогда, когда мы их специально не ждем.

Ж.-П. Сартр выразил это со всей экзистенциальной полнотой. Так же как человек обречен быть свободным, он обречен творить, а значит, он отдан во власть счастливого или несчастного случая. «Случайность является неискоренимой чертой любой практики, и поэтому всякое подлинное произведение искусства всегда случайно и неожиданно, в чем, собственно, и состоит “проклятие” художника... Возможный и в таком случае единственно достойный выход — “принять изначальную случайность за конечную цель конструктивной строгости” [Сартр]»³.

Всякий научный институт работает по плану. Однако открытия случаются внезапно. Они происходят или не происходят, даже страстно ожидаемые. Означает ли это, что ученые целиком и полностью являются игрушками в руках судьбы? Ведь творчество — творчество в узком и наиболее полном смысле этого слова, творчество как получение новых научных

² Афоризмы старого Китая. М., 1991. С. 69.

³ Рыкунов В. М. Свет и тень философии Сартра // Вестник Московского университета. Сер. Философия. 1990. № 6. С. 49.

результатов — тем в корне и отличается от рутинных процедур, скажем, изучения армейского устава, что вся его ткань пронизана нитями случайностей, многозначными переплетениями неопределенностей, спонтанными всплесками мыслительных находок. Более того, подлинное творчество, действительно, может быть только свободным и незапланированным — в полном соответствии с тем, как это считал Сартр.

В таком случае не размывает ли творчество в своем стихийном потоке все приписываемые ему упорядоченности, не отторгает ли любые навязываемые ему правила? Как совместить характерные черты процесса научного творчества — неопределенность, случайность, непредсказуемость — с простотой и строгостью получаемых результатов, с легкостью открывающегося *post factum* пути к вершине? Поль Валери представил это в форме парадокса: «Беспорядок неотделим от «творчества», поскольку это последнее характеризуется определенным порядком»⁴. С позиций синергетики как раз открывается возможность раскрыть механизм возникновения порядка в хаосе, через хаос и благодаря хаосу.

Прежде всего, синергетика говорит о том, что хаос является конструктивным механизмом самоорганизации сложных систем.

Хаос необходим, чтобы система вышла на аттрактор, на собственную тенденцию развития, чтобы инициировать самодостраивание системы. Альтернативы, плюрализм, просмотр различных вариантов играют позитивную роль в творческом мышлении. В общем-то эта закономерность подспудно осознавалась уже давно и выражалась в иносказательных, поэтических формах. Фридрих Ницше преломил ее через человеческую душу: «Нужно носить в себе хаос, чтобы быть в состоянии родить танцующую звезду»⁵. Но что является аналогом хаоса в процессе функционирования творческого мышления? — ставит вопрос синергетика перед когнитивными психологами и эпистемологами.

При реализации синергетического подхода к когнитивным процессам следует различать два уровня исследований:

- ♦ *уровень нейрофизиологических механизмов* деятельности мозга, уровень материально-сигнальный; применение синергетики к анализу функционирования нейронных сетей коры головного мозга привело к формированию нового направления исследований — нейросинергетики;

- ♦ *уровень исследования продуктов, результатов деятельности мозга* — перцептуальных и ментальных образований, что является предметом когнитивной психологии и философской методологии.

В некоторых современных версиях построения философии сознания (*philosophy of mind*) развивается представление о тождестве ментальных процессов и процессов в мозгу. Такого рода концепцию разрабатывает, к примеру, Д. Деннет. По его собственному признанию, его теория есть «некий тип теории тождества» или некоторая версия физикализма. «На во-

⁴ Валери П. Об искусстве. М., 1976. С. 127.

⁵ Ницше Ф. Сочинения. Т. 2. М., 1990. С. 11.

прос “Что такое ментальные события?” она отвечает... “всякое отдельное ментальное событие идентично некоторому отдельному физическому событию в мозгу — это есть некий тип физикализма — всякий ментальный тип может быть идентифицирован как функциональный тип на языке описания машины Тьюринга”⁶.

На наш взгляд, никакие жесткие варианты нейрофизиологического редукционизма, сведения ментальных явлений к мозговому уровню не приемлемы. Между процессами в мозгу и мыслью нет отношения причинного порождения. Они одновременны и однопричинны. Можно сказать, что мысль и нейродинамические процессы в мозгу корреспондируют друг с другом, функционально соотносимы. Мысли соответствует изменение на нейронно-сигнальном уровне, свой нейродинамический код. Развитие мышления способствует развитию мозга: усложнению нейронных сетей, образованию все более крупных комплексов нейронов, увеличению нейронных связей между этими комплексами и т. д.

Современные исследования в области нейрофизиологии и нейросинергетики позволяют установить самоорганизацию на уровне нейронных сетей, на нейрофизиологическом уровне активности мозга⁷. Нейронные сети головного мозга — это своего рода открытая нелинейная среда, сложноорганизованная, состоящая, как предполагается, примерно из 10^{11} нейронов.

Открытость этой среды связана с тем, что нейродинамические сигнальные процессы происходят в коре головного мозга, под которой существует тончайшая сеть кровеносных сосудов, постоянно подводящих питательные вещества и кислород к мозгу и отводящие продукты распада. Эти сети иерархически организованы. Внутри нейронных комплексов есть чувствительность к ближайшему окружению, за которую «ответственны» аксоны, главные отростки, по которым нервная клетка передает информацию следующей клетке или нескольким ближайшим «соседям» в нейронной цепи. Кроме того, имеются и отдаленные связи, осуществляющиеся посредством длинных отростков — дендритов (последние имеют древовидную форму и действуют на больших расстояниях). В нейронной сети всегда есть спонтанные флуктуации, шум. При определенных условиях, условиях неустойчивости, нейронная среда может многократно (с нелинейной положительной обратной связью) усиливать малые флуктуации, что является показателем сильной нелинейности этой среды.

Эффект разрастания малых флуктуаций и становления макрообразца на сети нейронов, эффект возникновения нового состояния в нейронных сетях в виде диссипативной структуры очень важен. Понимание этого

⁶ См.: *Dennett D. C. Brainstorms: Philosophical Essays on Mind and Psychology*. Cambridge, 1985. P. XIV, XVI.

⁷ См. об этом: *Дрейманис А. П. Нейросинергетика и процесс творческого мышления // Научно-техническое творчество: Проблемы эврилогии*. Рига, 1987. С. 152–154; *Synergetics of the Brain*. Berlin, 1983.

эффекта, возможно, даст ключ к разгадке работы человеческого мозга. Касаясь проблемы источника инноваций, производимых человеческим мозгом, Г. Хакен отмечает: «В моей интерпретации это может быть обязано тому факту, что в достаточно больших сетях нейронов даже крошечное изменение в синаптических связях может произвести макроскопические эффекты. Это означает, что отдельный синапс может измениться очень мало, что может даже ускользнуть от экспериментальной проверки. Я основываю мою интерпретацию на аналогии с физикой лазеров, где наибольшая фракция тотальной активности каждого отдельного атома может быть достаточной, чтобы произвести когерентную световую волну»⁸.

С немалой долей предположительности можно заключить, что возникновению новой идеи, нового варианта решения научной проблемы и т. п. соответствует установление новой относительно устойчивой диссипативной структуры в нейронной сети, новой относительно упорядоченной макрокартины на нейрофизиологическом уровне. Флуктуационные неустойчивости нейронных сетей способны порождать различные новые структуры, а на ментальном уровне это выглядит как возникновение целого набора первичных вариантов решения проблемы.

Для объяснения перехода от хаоса к порядку в процессах самоорганизации вводится, в частности, понятие «детерминированный хаос». Это понятие, хотя и с некоторым метафорическим оттенком, иногда применяют при осмыслении механизмов креативного мышления. Случайность в системе хотя и имеет место, но только в ограниченных тенденциях. Предполагается, что в системе нейронных сетей имеется некоторое потенциально выделенное, преимущественное направление разворачивания событий, которое ее организует.

Такой подход к пониманию работы мозга и творческого мышления развивает, к примеру, Дж. Фармер. «При решении проблемы мой опыт позволяет мне очень быстро уменьшить набор возможных решений. (Вообразите себе, к примеру, шахматную игру). Как только все очевидно плохие решения отброшены, мой ум случайно выбирает одну из оставшихся возможностей... Как мой мозг генерирует рандомизацию, необходимую для того, чтобы получить нечто подлинно новое? Предположение: детерминированный хаос в нейронной сети»⁹.

Именно состояние детерминированного хаоса является физически нормальным для всех органов человеческого организма, в том числе и для мозга. Как полный хаос, так и сверхсинхронизация, ничем не нарушаемый порядок являются нежелательными и даже опасными для человека. Взять хотя бы сердце человека. Излишняя доля хаоса в его функционировании означает аритмию, а излишняя упорядоченность сердцебиений

⁸ *Haken H. Some Introductory Remarks on Synergetics // Synergetics — From Microscopic to Macroscopic Order. Berlin: Springer, 1984. P. 2.*

⁹ *Farmer J. D. Dimension, Fractal Measures, and Chaotic Dynamics // Evolution of Order and Chaos in Physics, Chemistry and Biology. Berlin, 1982. P. 243.*

также гибельна. Ибо известно, что перед смертью энтропийные характеристики работы сердца, определяемые по электрокардиограмме (ЭКГ), сильно падают¹⁰.

В отношении человеческого мозга можно сказать то же самое. Об этом свидетельствуют недавние экспериментальные исследования нейродинамических процессов в мозгу человека, проведенные в школе И. Пригожина. Посредством снятия электроэнцефалограмм (ЭЭГ) было установлено, что активность мозга в состоянии глубокого сна у нормального (без психических патологий) человека имеет черты детерминированного хаоса и характеризуется странным (хаотическим) аттрактором пяти независимых переменных. Напротив, в состоянии, к примеру, эпилептического припадка фиксируется упорядоченная ЭЭГ. Эпилепсия характеризуется «чрезвычайно сильной «регулярностью» церебральной активности... Ментальный беспорядок представляется, с этой точки зрения, ситуацией физиологически нормальной»¹¹.

Итак, ЭКГ и ЭЭГ как показатели работы, соответственно, сердца и мозга человека фиксируют маломерный хаос. Они остаются хаотическими после фильтрации шума. Это — хаотические аттракторы с небольшой размерностью (порядка 5). Это свидетельствует о том, что хаос (ограниченный или детерминированный) в организме человека жизненно важен. Он создает возможность четко реагировать на изменяющиеся внешние условия, надлежащим образом действовать и творить.

Как показали опыты В. С. Ротенберга и В. В. Аршавского, во время решения творческих задач меняются уровни биоэлектрической активности отдельных полушарий человеческого мозга, причем они меняются неодинаково. Уровень «энтропийности» работы правого полушария и, предположительно, правополушарного мышления выше, чем левого. Так, «энтропия» образного мышления «должна давать огромную экономию «психической энергии», что может в какой-то степени приблизить нас к разрешению энергетического парадокса, связанного с загадочными явлениями человеческой психики»¹².

По-видимому, для левополушарного мышления более сильными оказываются логические, вербальные, парадигмальные «табу», заранее свертывающие спектр возможных вариантов, путей, методов решения научных проблем. А кажущаяся «расточительность» правополушарного мышления, связанная с его «энтропийностью», хаотичностью на первоначальной ста-

¹⁰ Анищенко В. С. Диагностика режимов автоколебаний медико-биологических систем: Доклад на семинаре «Синергетика» (под руководством Ю. Л. Климонтовича) на физфаке МГУ. 25 марта 1991 г. См. также: Ланда П. С., Розенблюм М. Г. Автоколебания в живых организмах // Природа. 1992. № 8. С. 18–27.

¹¹ Prigogine I., Stengers I. *Entre le temps et éternité*. Paris, 1988. См. также книгу сотрудницы И. Пригожина А. Баблюнц (Баблюнц А. Молекулы, динамика и жизнь: Введение в самоорганизацию материи. М., 1990. С. 346–353).

¹² Ротенберг В. С. Внутренняя речь и динамизм поэтического мышления // Философские науки. 1991. № 6. С. 164.

дии, напротив, оборачивается существенной экономией. Ибо минимально ограниченный просмотр самых разных вариантов решения проблемы, в данном случае в виде визуальных образов и прочих доментальных образований, способствует продуктивному и быстрому разрешению проблемной ситуации.

Переходя к синергетическому рассмотрению уровня продуктов деятельности человеческого мозга — уровня идей, мыслей, умственных и визуальных образов и представлений, — можно на основании всего вышесказанного резюмировать следующее. О хаосе и самоорганизации применительно к продуктам человеческого сознания и духа можно говорить лишь с немалой долей предположительности и, более того, не без широкого метафорического подтекста. Ибо развиваемая здесь позиция далека от точки зрения нейрофизиологического редукционизма. К тому же, надо проводить различие между экспериментально закрепившимся (результатами исследования процессов в коре головного мозга) и не встраивающимся в рамки строгих экспериментов, ускользающим от инстропективных методов и от непосредственного самоотчета творческим мышлением в его процессуальности.

В качестве аналога хаоса в когнитивных процессах можно истолковать разнообразие элементов знания, составляющих креативное поле поиска, разнообразия, испытываемых ходов развертывания мыслей, наличие различных сценариев движения в проблемном поле мысли.

Конечно, разнообразие элементов знания, строго говоря, не тождественно хаосу. Разнообразные элементы усвоенного человеком знания, как правило, организованы в систему. Но, во-первых, есть и значительная часть неструктурированного, аналитически еще не обработанного знания. А во-вторых, в процессе напряженного поиска, подключающего интуицию, в сферу просматриваемого, «перебираемого» втягиваются элементы внесистемного и иносистемного знания, ушедшие глубоко в подсознание элементы, образующие обычно в сознании лишь слабые следы. Рождение нового связано как раз с нарушением привычной системы упорядоченности: с переструктурированием знания или с достраиванием, выходом за пределы исходной системы.

Центральную идею о конструктивности хаоса как механизма самоорганизации когнитивных процессов можно развернуть следующим образом. На первоначальном этапе работы интуиции, вероятно, имеет место максимальное расширение креативного поля, охват максимально возможного разнообразия элементов знания. При этом уравнивание главного и неглавного, существенного и несущественного, т. е. радикальная переоценка познавательных ценностей перед лицом смутного Единого — творческой цели, — является основой для продуктивного выбора идеи.

Переоценка ценностей знания возможна в том случае, когда сняты привычные заслоны и запреты «левополушарного» мышления. А это имеет место в состоянии сна, засыпания или в состоянии мечтающего, свободно двигающегося, «отпущенного» сознания, по терминологии буддиз-

ма. Тогда связи, которые были нарушены в период активного бодрствования, возобновляются, вновь проявляются. То, что было приглушено, придавлено, обретает очертания, структуру, ясность. Восстанавливается полный «орнамент». Причем акцент может быть сделан на другом.

Активное допущение даже «глупых» действий и идей есть механизм выхода за пределы стереотипов мышления. Нельзя отстраняться и от абсурда. Ибо абсурд — это тайная кладовая рационального, его стимул и его потенциальная форма. Умная мысль рождается из глупости, рациональное — из абсурда, порядок — из беспорядка. В этом смысле, вслед за Эразмом Роттердамским, мы должны произнести похвальное слово глупости.

Здесь можно вспомнить о парадоксальных загадках, *коанах*, которые весьма искусным способом используют духовные учителя на Востоке, с тем чтобы заставить своих учеников осознать пределы логических рассуждений и пробудить их способности к интуитивному поиску. Все коаны имеют более или менее уникальные решения, поиск которых компетентные ученики ведут непосредственно в присутствии учителя¹³.

Искусство интуиции развивают также *танки* — пятистрочные ритмически организованные стихи. В танках часто используются парадоксальные, нелепые соединения, странные противопоставления конкретных образов, намеки, требующие личностного распознавания и интуитивного достраивания. Такого рода танки приводит в своей книге Т. П. Григорьева. Среди них, например, такой:

*Расколешь дерево —
Среди щепок
Нет цветов.
А в весеннем небе
Цветет сакура!¹⁴*

По всей вероятности, для когнитивных систем сохраняет силу известный из теории систем принцип необходимого разнообразия элементов. Природные системы тем устойчивее, чем выше их разнообразие. Ибо в наличном разнообразии элементов потенциально содержатся формы приспособления к различным вариантам будущего. Разнообразие системы делает ее устойчивой к многовариантному будущему.

Известно, что на всех исторических этапах развития природы ее исходное разнообразие было больше, чем это было необходимо для дальнейшего динамичного развития. Этот излишек называют «барокко природы» (*barocco* — *итал.*, буквально означает странный, причудливый). Аналогично можно предположить, что на первоначальном этапе работы твор-

¹³ См. об этом, например: *Capra F. Uncommon Wisdom: Conversations with Remarkable People*. London, 1988. P. 33.

¹⁴ *Григорьева Т. П.* Японская художественная традиция. М., 1979. С. 266.

ческой интуиции всегда существует некий излишек разнообразия элементов знания и опыта, излишек версий, готовых к «прокручиванию» сценариев решения проблемы. Излишняя на первоначальном этапе расточительность, неэкономия творческого мышления оборачивается в итоге выигрышем — большей плодотворностью и жизнеспособностью его результата. Это странное излишество можно было бы, по аналогии, назвать «барокко креативного мышления» или «барокко знания».

Если нарушается принцип необходимого разнообразия элементов, то система вырождается и идет к гибели. Например, многовековой опыт сельскохозяйственной практики показывает, что разведение монокультур существенно понижает урожайность и ведет к вырождению плодородящих возможностей почвы. Метафорически применяя это к творческому мышлению, можно сказать, что «выращивание» монокультуры знания или одного типа мыслей на поле сознания ведет не только к снижению его креативных возможностей, но и к вырождению сознания — к его догматизации, к засоренности стереотипами и банальностями.

Роль разнообразия и варьирования подходов как основы для продуктивного мышления давно уже была подмечена гештальтпсихологами. «Хорошие мыслители, — писал Н. Майер, — не стараются останавливаться на неудачном подходе к решению задачи. Они переходят от одного направления к другому, пытаясь вначале преодолеть одну трудность, а затем другую. С другой стороны, плохие мыслители упорно держатся за одно направление и могут потратить несколько часов, чтобы преодолеть непреодолимое»¹⁵.

Сценарность творческого мышления как в науке, так и в искусстве И. Пригожин связывает с новой рациональностью, порождаемой становлением теории самоорганизации. «Новое отношение к миру предполагает сближение деятельности ученого и литератора, — пишет он. — Литературное произведение, как правило, начинается с описания исходной ситуации с помощью конечного числа слов, причем в этой своей части повествование еще открыто для многочисленных различных линий развития сюжета. Эта особенность литературного произведения как раз и придает чтению занимательность — всегда интересно, какой из возможных вариантов развития исходной ситуации будет реализован. Так же и в музыке — фугах Баха, например, заданная тема всегда допускает великое множество продолжений, из которых гениальный композитор выбирал на его взгляд необходимое. Такой универсум художественного творчества весьма отличен от классического образа мира, но он легко соотносим с современной физикой и космологией»¹⁶.

Длительно размышляя над механизмом словесного и интеллектуального творчества, Поль Валери строит концепцию, многие идеи которой

¹⁵ Майер Н. Об одном аспекте мышления человека // Психология мышления. М., 1965. С. 301.

¹⁶ Пригожин И. Философия нестабильности // Вопросы философии. 1991. № 6. С. 51.

резонируют с сегодняшним синергетическим видением творческих процессов. Он говорит и о необходимости блужданий по мыслительному мицелию, и о ментальных переходах от беспорядка к порядку. «Мыслить — значит почти всегда, когда мы отдаемся процессу мышления, — блуждать в кругу возбудителей, о которых нам известно главным образом то, что мы знаем их более или менее»¹⁷, — афористически замечает он. И еще одна дневниковая запись: «Если бы все было упорядоченно или же, наоборот, беспорядочно, мысли не стало бы, ибо мысль есть не что иное, как попытка перейти от беспорядка к порядку; ей необходимы поэтому случай первого и образцы последнего»¹⁸. Всякая мысль изреченная сразу застывает, сразу становится однообразием, фетишем, если хотите, догмой. Поэтому подлинное разнообразие возможно лишь в самом процессе мышления.

Характеристика, данная Валери художественному творчеству, также любопытна. «Музыкальная композиция требует выражения знаками действий мелодичных и ритмичных образов, выводимых из "царства звуков", которое мыслится как "беспорядок" — или, лучше сказать, как потенциальная совокупность всех возможных порядков... Мир музыки по-своему уникален: это мир звуков, выделенных из массы шумов»¹⁹.

Если следовать Валери, то первоначальный, ментальный беспорядок в творческом мышлении есть «потенциальная совокупность всех возможных порядков». Этот беспорядок содержит в себе все то, во что он может развернуться, все те картины, в которые он может перерасти. Что это значит для творческого мышления в науке? Все первоначальные версии и догадки о возможном решении научной проблемы в принципе могут быть развернуты и доведены до целостного (одного из возможных) решения проблемы. Наука строится путем отсечения лишнего на сегодняшний день, путем отбрасывания представляющегося еще или уже «неудачным». Мир науки — это мир научных истин, выделенных из «шума толпы», из разноголосья, царящего в научном обществе. Научная истина вырастает из неправильного и недопустимого, и всякое неправильное в другом социокультурном и научном контексте, и в другом сценарии решения проблемы может быть воспринято и перетолковано как правдоподобное и допустимое. Исторические свидетельства такого рода возвратов к старому мы приведем в следующей главе.

Сценарность творческого мышления означает размышления по типу «А что если..., то...», «Если..., то...». Причем реализация всего пути, полное проигрывание «сценария» развертывания мыслей предполагает не только логическое оформление гипотезы, но и ее соотнесение с наличием научным контекстом, попытку встраивания этой гипотезы в систему научного знания. Сценарность креативного мышления близка к мысленному экспериментированию, к балансированию на грани актуального и по-

¹⁷ Валери П. Об искусстве. С. 45.

¹⁸ Там же. С. 71.

¹⁹ Там же. С. 128.

тенциального, реального и фантастического, невозможного сейчас и возможного в будущем. Это, — если можно так выразиться, «виртуальность» поля движения мысли.

В поэтическом воображении Хорхе Борхеса Вселенная предстает «бесконечным лабиринтом вариаций, где все возможные структуры в конце концов осуществляются»²⁰. Подобным образом творческое мышление — это брожение по бесконечным ментальным лабиринтам, которое стремится проиграть все возможные сценарии, вариации развертывания мыслей и, в пределе или в идеале, — проигрывает их все.

Брожение по ментальному мицелию служит подготовкой к эмерджентному инновационному скачку мыслей. Приведем любопытный отрывок из речи Давида Гильберта, посвященной памяти своего друга Германа Минковского и произнесенной им на заседании Геттингенского научного общества в 1909 г. Поле путей движения мысли метафорически изображает Гильбертом в виде разветвленных дорожек в саду размышлений. «Нас свела наша наука, которую мы любили превыше всего. Она казалась нам цветущим садом. В этом саду немало дорожек, по которым приятно бродить на досуге, поглядывая по сторонам, и наслаждаться, не утруждая себя, особенно если рядом с тобой товарищ, разделяющий твои мысли. Но нам с Минковским нравилось искать и тайные тропинки, открывать новые виды, красота которых, по нашему мнению, стоила того, чтобы ради нее задержаться; и если нам удавалось поделиться нашими открытиями друг с другом, нашей радости не было границ»²¹.

Нильс Бор демонстрировал, по меткому выражению А. Эйнштейна, высшую музыкальность в области мысли. Сценарность развертывания мыслей и тонкая чувствительность к парадоксам мышления были характерны для него в высшей степени. Недаром он сделал своим гербом китайский символ инь-ян. Бор подвергал сомнению известное и общепринятое, выше ценил хорошие вопросы, чем ответы на них. В этой связи он предупреждал, что каждое высказывание следует понимать не как утверждение, а как вопрос. Он говорил, что глубокие истины отличаются от плоских, тривиальных истин: они представляют собой такие утверждения, что утверждения, противоположные им, тоже содержат глубокую истину. Бор понимал, что только мышление на грани безумия, нереального и невозможного способно открыть нечто принципиально новое.

История гипотезы Бора о несохранении энергии в элементарных актах микропроцессов, более известная как гипотеза Бора-Краммерса-Слэтера, показательна во многих отношениях. Размышляя над способом объяснения непрерывного энергетического спектра (β -излучения), Бор мысленно предполагал различные способы разрешения проблемной ситуации.

Если исходить из того, что соблюдается закон сохранения энергии, то спектр β -излучения должен быть прерывным. Исходя из идеи квантового

²⁰ Цит. по: *Lumsden Ch. J., Wilson Ed. O. The Promethean Fire: Reflections on the Origin of Mind*. Cambridge, 1983. P. 55.

²¹ Цит. по: *Вейль Г. Математическое мышление*. М., 1989. С. 216.

характера излучения, заложенной в новую физику М. Планком (1900), следовало ожидать, что электроны, испускаемые ядром радиоактивного атома, по аналогии с фотонами, излучаемыми атомом при переходе между различными уровнями энергии (теория атома Н. Бора, 1913) должны иметь определенные дискретные значения энергии, соответствующие квантовым переходам ядра данного атома. Экспериментальные же результаты показывали, как будто электрон, вылетая из ядра, уносил с собой только часть энергии, причем эта часть могла быть различной по величине. А что если в процессе β -распада нарушается закон сохранения энергии?

Именно такой выход из создавшейся проблемной ситуации предложил Н. Бор. В 1930 г. он сформулировал применительно к β -распаду гипотезу, разработанную им совместно с Г. А. Крамерсом и Дж. Слэтером в 1924 г. в общем плане относительно процессов в микромире. Он предположил, что закон сохранения энергии нарушается в элементарных актах β -распада. Но поскольку Бор не мог согласиться с тем, что такой фундаментальный закон природы, как сохранения энергии, теряет всю свою силу, он предположил, что энергия сохраняется для статистически большого числа элементарных актов β -распада. Хотя эта гипотеза быстро была отвергнута, дискуссия вокруг нее далеко продвинула ход разработки квантовой физики.

Сценарность творческого мышления обычно реализуется посредством внутреннего диалога (т. е. как бы посредством «расщепления» своего собственного сознания) или же внешнего диалога, диалога с партнером-единомышленником или оппонентом.

Для осуществления внутреннего диалога необходимо безжалостное отношение к самому себе и к продуктам своего творчества. Без внутреннего критика невозможно создать нечто принципиально новое. Как выйти из старых глубоких мыслительных русел? Как стереть старые следы и тем самым открыть простор для действия творящей случайности? Случайность действительно порождает новые комбинации и новые структуры, но только при особом рода пересмотре, переделке, переконструировании, перечитывании. Характеристику такого перечитывания, данную П. Валери, по-видимому, нельзя превзойти. «Перечитывать, следовательно, — перечитывать после забвения, перечитывать себя без тени нежности, без чувства отцовства, с холодной и критической остротой, в жестоко творческом ожидании смешного и уничижительного, с полным безучастием, с рассудительным взглядом, — значит переделать свой труд или предчувствовать, что можно переделать его совсем заново»²².

Существуют и специальные методики сценарного мышления в широком диалоге участников-экспертов с целью быстрого решения проблемы. Это — методики мозгового штурма. В этом случае приветствуются и принимаются во внимание любые, пусть и самые неправдоподобные и экстравагантные, версии решения проблемы. Максимальное расширение при-

²² Валери П. Цит. соч. С. 74.

нимающихся к рассмотрению способов, подходов к разрешению проблемной ситуации является базой для правильного выбора идеи решения, для попадания на продуктивный путь решения проблемы. Полезно при этом включить в группу для мозгового штурма самых разных участников, чтобы преодолеть барьер стереотипов индивидуального сознания, его культурную замкнутость и дисциплинарную ограниченность.

Введение метафорических образов, а также специальное подведение к осознанию парадоксов мышления и действия, можно рассматривать, по видимому, как способы «расщепления» ходов мышления, умножения различных «сценариев», а следовательно, стимулирования креативного мышления. «Можно попытаться создавать алгоритмы целенаправленного разрушения однозначного контекста, — отмечает В. С. Ротенберг. — Для этого нужно как можно чаще сталкивать людей, и особенно детей, с парадоксами»²³.

Что касается метафорических образов, то они, по сути дела, есть показатель нелинейности в каждом вербальном, ментальном или текстуальном локусе, а стало быть, показатель возможности иных путей развертывания мыслей, иных толкований и переструктурирований образов. «Метафорична сама мысль, она развертывается через сравнение»²⁴.

Поле метафор свободно для вложения личностных смыслов, а значит, для многовариантных движений логического конструирования. Метафора репрезентирует локальную нелинейность текста, нелинейность, расхожимость из самого слова. А диалог, и вообще нелинейность письма, — это континуальная, распределенная нелинейность текста.

7.2. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ЭМЕРДЖЕНТНОСТЬ НОВОГО ИЛИ ЕГО СКРЫТАЯ ПРЕДДЕТЕРМИНАЦИЯ? АТТРАКТОРЫ КРЕАТИВНОГО МЫШЛЕНИЯ

И когда Маргарита, обдуваемая холодным ветром, открывала глаза, она видела, как меняется облик всех летящих к своей цели.

М. Булгаков

Другое не менее важное синергетическое представление, которое приложимо для объяснения механизмов творческого мышления — это представление об аттракторах развития, «конечных» состояниях или целях, которые строят, организуют наличные элементы знания из будущего.

Здесь перед нами возникает сложная и тянущаяся из глубокой древности проблема возникновения нового, которая преломлена в данном слу-

²³ Ротенберг В. С. Указ. соч. С. 164.

²⁴ Ричардс А. А. Философия риторики // Теория метафоры. М., 1990. С. 47.

чае к человеческому знанию. Как возникает новое знание? Говорят, что новое знание эмерджентно. То есть оно непредсказуемо и относительно необусловленно, не выводимо из наличного. Знание на новом качественном уровне, инновационное переформулирование научной проблемы рождается сразу, вдруг и как некое целое, а не по частям, не фрагментарно. Согласно противоположной позиции, новое знание преформировано, преддетерминировано, оно содержится, по крайней мере потенциально, имплицитно, неразвернуто, в наличном положении вещей.

Центральный парадокс таков: *новое научное знание эмерджентно, невыводимо из наличных элементов знания, и в то же время, или напротив, оно скрыто предопределено в элементах настоящего*. Иными словами, какова природа творческого мышления (или продуктивного воображения), является ли оно *трансцендентным*, выходящим за пределы наличного бытия, опыта, знания или же оно *имманентно* наличной реальности, здесь-бытию (Dasein) и заключается только в реорганизации элементов прошлого опыта? Как разрешить этот парадокс: через и/и или через или/или?

Согласно буддийскому мировосприятию, природа творческого воображения не выходит за пределы наличного и всепоглощающего, всеобъемлющего потока элементов бытия, «Так называемая активная сила, направляющая сознание, или творческое воображение, отнюдь не создает дхарм, а только группирует их»²⁵, — разъясняет нам буддийские представления О. О. Розенберг. И это не случайно, ибо буддисты полагали, что все уже есть в некоей прасреде, в данном случае в сознании-сокровищнице, которое является творящей субстанцией, источником всех возможных актуальных состояний сознания и всех возможных его продуктов.

Сторонники культурологического подхода к исследованию природы творчества, напротив, считают, что в основе творческого воображения лежит не комбинаторика, не достижение новых конфигураций и архитектур налично данного, а самотрансцендирование, спонтанный выход за пределы наличного.

Весьма своеобразен подход В. В. Налимова к пониманию творческих потенций и смысловой архитектоники личности. Движущим началом творчества, по его мнению, является спонтанность, а последняя предполагает выход из личностной ограниченности сознания, т. е. трансценденцию. «Слово трансценденция приобрело сейчас серьезное звучание. Это путь преобразования личности — выход за пределы ее жестокой смысловой капсулизации. Это путь поиска утраченной связи личностного начала с окружающей нас природой и вселенским началом... Овладение воображением, наверное, было первым актом трансценденции»²⁶.

Думается, что выход из парадокса, насколько он вообще возможен, скорее в и/и, чем в или/или. Перевод знания из потенциального в актуаль-

²⁵ Розенберг О. О. Труды по буддизму. М., 1991. С. 169.

²⁶ Налимов В. В. Спонтанность сознания. М., 1989. С. 210–211.

ное, будь то в форме значимого, оригинального переструктурирования элементов наличного знания или же в реализации выхода на новый уровень, нетривиален и означает событие открытия. Возникновение особого творческого состояния — вдохновения — означает, с синергетической точки зрения, попадание в поле одного из креативных аттракторов.

Если система попадает в «конус», в поле притяжения определенного аттрактора, то она с неизбежностью начинает эволюционировать к этому относительно устойчивому состоянию. Данное будущее состояние как бы «притягивает» настоящее, определенным образом формирует, организует наличное состояние системы. Система строится из будущего. Иначе говоря, в настоящем преддетерминировано будущее развитие событий, настоящее торопит наступление этого будущего. Элементы настоящего, если система попала в «конус» аттрактора, довольно жестко выстраиваются в соответствии с определенным грядущим порядком.

Все эти представления в своих существенных чертах совпадают с тем, что в психологии развивается как теория установки. Если говорить о школах гештальтпсихологии, то в них предлагается целая серия понятий, которые характеризуют направленность продуктивного мышления. Это — «детерминирующая тенденция» (вюрцбургская школа в лице О. Кюльпе, Н. Аха, К. Бюлера), «скрытая установка» (К. Коффка), «организующий принцип» как некое динамическое отношение в мышлении (К. Дункер), «схематическая антиципация» как нечто переживаемое, но не осознаваемое (О. Зельц), «умственная идея» или «напряженное поле» как некая перманентно существующая направленность мышления (Н. Майер), а также «отношение к задаче», «градиент цели», «иерархия привычек», «структура образца», «ожидаемость», «сила поля» и т. п.²⁷

Механизм инновационных процессов на уровне научного сообщества и на уровне индивида представлялся в самой ранней программе по эволюционной эпистемологии, и прежде всего Д. Кэмпбеллом, как механизм «слепых проб» и «селективного удержания» (по аналогии с биологической эволюцией). Но являются ли даже первоначальные пробы, попытки решения творческих задач совершенно слепыми? Не существует ли какой-то выделенности, преимущественности проб? В настоящее время позиция Кэмпбелла подвергается сильной критике именно в этом направлении.

Творческому мышлению с самого начала свойственно стремление ограничить «слепую» случайность, повысить избирательность, обнаружить наиболее короткий путь свертывания первоначального разнообразия. Творческое мышление немислимо вне и без экономии.

Р. Фабер критикует концепцию обучения Д. Кэмпбелла как раз с точки зрения элементов предопределенности творческого мышления, его нацеленности на решение проблемы. «По-видимому, — заключает Фабер, — он [Кэмпбелл] просмотрел тот факт, что “вариации” или “пробы” связаны

²⁷ См. об этом, например: Психология мышления. М., 1965.

с проблемной ситуацией по крайней мере двояким образом: (1) Скорость вариации в ситуации обучения, что не похоже на скорость мутации в эволюции, связана с наличием или отсутствием проблемы; кажется, есть основания полагать, что восприятие проблемы индивидом причинно вызывает возникающие пробы. (2) Хотя направление пробной вариации не связано с детальной природой проблемы (предположительно это означает, что организм не предрасположен к правильному ответу), но все же тип ответа детерминирован тем, как воспринята природа проблемы»²⁸.

Человек-творец есть проект, как называл его Ж.-П. Сартр. Он живет фантазиями и планами, установками осознаваемыми и неосознаваемыми, явными и подспудными, реализуемыми и несбыточными. Само понимание научной проблемы может служить аттрактором, предопределяющим ход научной деятельности.

«Мы никогда не живем настоящим, все только предвкушаем будущее и торопим его, словно оно опаздывает, — в унисон нашему пониманию звучат слова Б. Паскаля. — ...Покопайтесь в своих мыслях и вы найдете в них только прошлое и будущее. О настоящем мы почти не думаем, а если и думаем, то в надежде, что оно подскажет нам, как разумнее устроить будущее... Вот и получается, что мы никогда не живем, а лишь располагаем жить и, уповая на счастье, так никогда его не обретаем»²⁹.

Установка, обусловленная определенным личностным пониманием научной проблемы, с самого начала имеет селективный, фильтрующий смысл. Она «знает», как справиться с разнообразием. Выход креативного мышления на один из аттракторов есть как раз свертывание этого разнообразия и попадание на путь ясности.

Но дело всегда осложняется тем, что стереотипы — это тоже установки мышления, довольно жесткие и действующие с самого начала. Это — тоже своего рода аттракторы мышления, только непродуктивные, препятствующие свободному поиску. Как различить аттракторы продуктивного, творческого мышления и аттракторы непродуктивного, стереотипного мышления — это непростая проблема. Первоначально поддерживаемое разнообразие элементов знания и испытываемых ходов движения мысли создает некоторую защиту от действия стереотипов. Свободное движение по полю разнообразия призвано если не разрушить стереотипы, то хотя бы на время их оттеснить.

Как и когда можно попасть в поле притяжения продуктивного аттрактора? Чувствительность к хаосу, к случайности, к разнообразию есть не всегда, а лишь в особых развитых, подготовленных состояниях познающего ума — в состояниях неустойчивости на этом высоком уровне. Для

²⁸ *Faber R. J. Feedback, Selection, and Function: A Reductionistic Account of Goal-Oriented // Methodology, Metaphysics, and History of Science. Dordrecht, 1984. P. 132.*

²⁹ *Паскаль Б. Мысли // Ларошфуко Фр. де. Максимум. Паскаль Б. Мысли. Лабрюйер Ж. де. Характеры. М.: Художественная литература, 1974. С. 148.*

того чтобы начал действовать аттрактор, чтобы творческая работа начала строиться из будущего, особенно важны самые первые шаги. «Часто в великих открытиях наиболее важным является правильная постановка вопроса. Прозрение, постановка продуктивного вопроса порой является большим достижением, чем решение поставленной задачи»³⁰, — пишет М. Вертгеймер.

Известно, что хороший план, подбор ключевых слов, привлекательный образ проблемы или даже броское название могут значительно стимулировать научное и словесное творчество. Немецкий народ выразил это в форме пословиц: «Ein guter Plan ist halb getan» (Хороший план — наполовину сделанное дело) и «Anfang gut, alles gut» (Хорошее начало означает, что все хорошо). Настоящий творец начинает писать свою книгу, когда он знает, какой будет в ней последняя фраза. Он держит в своей голове весь ритм книги, общую архитектонику всего текста.

Именно так творил, к примеру, японский писатель-драматург Юкио Мисима. «В токийском отеле “Тейкоку” он снимал специальный номер, в котором уединялся на последние три дня каждого второго месяца, — для драматурга, способного создать пьесу за одну ночь, этого оказывалось достаточно. Начинал Мисима всегда с последней реплики последнего акта, а затем быстро и почти без исправлений записывал весь текст»³¹.

Эти цели, установки, планы — асимптотики творческого процесса — всегда просты и красивы. Это — гигантское упрощение процессов, свертывание первоначального многообразия, радикальная редукция к простому. Асимптотика «истиннее» неразвитых и промежуточных стадий, зигзагообразных движений, колебаний, отступлений и сомнений на этих стадиях.

Всякий творец есть, в некотором смысле, пророк. Ибо в высших креативных состояниях настоящее строится им из будущего. Пророк Заратустра устами Фридриха Ницше говорит: «Будущее и самое дальнее пусть будет причиной твоего сегодня: в своем друге ты должен любить сверхчеловека как свою причину»³². И в другом месте читаем: «О Заратустра, ты должен идти как тень того, что должно наступить: так будешь ты приказывать и, приказывая, идти впереди»³³. Заратустра сегодня видит в людях то, что олицетворяет их будущее. Так и творец, руководимый скрытыми установками, выбирает из наличного опыта осколки будущего, то, что резонирует со смутной творческой целью.

Такого рода установки могут приводить ученого-творца к якобы случайному столкновению с нужным ему материалом. Скажем, он открывает книгу именно на той странице, которая резонирует с его мыслями, и это тут же стимулирует догадку. Установка, преддетерминация выглядит та-

³⁰ Вертгеймер М. Продуктивное мышление. М., 1987. С. 178.

³¹ Мисима Ю. Золотой храм. СПб., 1993. С. 20.

³² Ницше Ф. Так говорил Заратустра. М., 1990. С. 55.

³³ Там же. С. 129.

ким образом, будто мышление само себя определяет, будто кто-то иной водит рукой творца. Вдруг пишется. Не творец говорит, а язык говорит через него. Не творец пишет стихи, а стихи случаются, внезапно обнаруживаются в его душе. А человек выступает лишь в качестве носителя и свидетеля этого процесса. Творец ведом будущим, целью, она определяет его сегодняшние действия.

При приближении к цели происходят существенные изменения. Произведение делает творца. Цель строит самого человека. Совершив научное открытие или написав научный труд, ученый делается другим. Создание его ума и его рук превращается в особое детище, которое начинает жить своей собственной жизнью в мире науки и культуры.

То, что получается в результате творчества, — всегда нечто иное, непредсказуемое, неожиданное по сравнению с представлявшимся человеку-творцу на первоначальном этапе. Цель, приближаясь, открывает перед ним иную картину мира. А мысли преобразуются настолько, что могут удивлять и шокировать самого их творца. «Я не могу уточнить свое восприятие вещи, не обрисовав ее *предположительно*, и я не могу ее обрисовать без целенаправленного внимания, которое *явственно преображает то, что*, казалось, я всегда видел и великолепно знал. Я обнаруживаю, что не знал того, что знал прекрасно: скажем, линии носа ближайшей моей знакомой, — делится с нами П. Валери. — ...Нечто аналогичное происходит, когда мы пытаемся прояснить свою *мысль*, более обдуманно ее формулируя. Мысль изменяется до неузнаваемости»³⁴.

Кроме того, возможны бифуркации при приближении к цели. То есть творец попадает в итоге не на тот путь к цели, который он первоначально предполагал. А. Шопенгауэр опять-таки предлагает нам аналогию с путником-путешественником. «С нами в жизни происходит то же, что с путником: по мере того, как он идет, предметы приобретают все иные и иные формы, в зависимости от приближения к ним. То же и с нашими желаниями. Часто мы находим нечто другое, иногда лучшее, чем то, что искали; иногда искомое оказывается совсем не на том пути, по которому мы шли»³⁵.

Описывая свои креативные состояния *post factum*, ученые нередко делятся любопытными впечатлениями. Именно в состоянии творческого вдохновения к человеку часто приходит ощущение, что он находится на истинном пути, — в русле дао, как сказали бы древние китайцы, в поле притяжения аттрактора, как можно выразиться сегодня синергетическим языком, — и что все хорошо построится, сконструироваться, сочинится. «Неоткрытая вена внутри нас является жизненной частью психики, — писал К. Юнг, — классическая китайская философия называет это внутренним путем дао и сравнивает с потоком воды, который неумолимо движется к цели. Остаться в дао означает достижение целостности, свер-

³⁴ Валери П. Цит. соч. С. 313.

³⁵ Шопенгауэр А. Афоризмы житейской мудрости. М.: Советский писатель, 1990. С. 122.

шение чьей-либо судьбы, выполнение чьей-либо миссии; начало, конец и полная реализация смысла экзистенции вложены во все вещи. Личность есть дао»³⁶.

Известно, например, что мысль Эйнштейна двигалась вне жесткой зависимости от экспериментальных предпосылок и следствий (подтверждений) создаваемых им специальной и общей теорий относительности. Он был твердо убежден, что выбранное им направление поиска в принципе верно. Его целеустремленность и настойчивость, одиночество и обособленность в продвижении по этому пути не могут не поражать нас сегодня.

Синергетическое видение процессов креативного мышления учит оптимизму. Если пока не получается, нельзя отчаиваться, значит, надо настойчиво продолжать действовать в том же направлении, пока не выйдешь на аттрактор, пока будущее само не начнет строить, пока оно не повлечет тебя. Многие незаурядные люди не состоялись как ученые, просто потому что недостаточно последовательно двигались к цели, остановились на полпути, не смогли выйти на свой аттрактор, кристаллизовать свой талант. Нужно помнить, что устремленность в будущее ведет к достижению цели, что помогающий достигает.

Чудо приходит неожиданно.

Новое все имеет значение, иногда пылинки важнее горы.

Нужно мечтать, пусть мечта дает новое око.

Око ведет к воздуху. Хотящий получает.

Имеет все значение»³⁷.

7.3. САМООРГАНИЗАЦИЯ КАК МЕХАНИЗМ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

*Как цветы, растут познания
и решения вопросов бытия...*

Агни-йога.

Листы сада Мории. Кн 1. 22.03.1923

Теперь рассмотрим ключевое свойство творческих процессов, которое как бы стягивает в себе все предыдущие, вышеназванные черты. С точки зрения синергетики механизм интуиции можно представить как механизм самоорганизации, самодостраивания визуальных и мысленных образов, идей, представлений, мыслей. Причем это имеет силу как для научного, так и для художественного творчества. Отсюда вытекает и на-

³⁶ Jung C. G. The Development of Personality. Collected Works. Vol. 17. London, 1957. P. 186.

³⁷ Агни-йога. Листы сада Мории. Т. 1. Новосибирск: Рериховское общество, 1990. С. 62.

правление поисков способов управления творческой интуицией, насколько это вообще возможно. Управлять интуицией значит инициировать собственное достраивание, переструктурирование мыслительного материала.

7.3.1. Холизм в творчестве

Механизм самодостраивания включает в себя направленность на возникающее целое. Талантливый ученый или художник способен взглянуть на создаваемое им произведение как бы «с высоты птичьего полета», он держит в своем уме весь его план, замысел, фабулу, интригу. Этот план, главная идея или образ служит некой путеводной нитью, на которую нанизываются все элементы знания и опыта. Это есть мерило, определяющее отбор материала и место каждого фрагмента знания, опыта или текстового блока в структуре целого. Это есть аттрактор творческой деятельности.

Так, творящий композитор держит в себе ритм симфонии в целом. Музыкальный гений имеет оркестр в своей голове. И. В. Гёте писал о том, что форма и смысл целого произведения весьма существенны в поэтическом творчестве, именно они определяют надлежащее место возникающих отдельных частей и то, что эти части легко воспринимаются затем читателем. «Художник, которому должны быть важны форма и смысл целого, может быть всё-таки очень доволен, если отдельные части, которым он преимущественно уделил свое внимание, воспринимаются легко и с удовольствием»³⁸. А. С. Пушкин имел обыкновение составлять сжатый план поэмы, который мелкими деталями (образами, рисунками) схватывал ритм всей поэмы и буквально вел его в поэтическом творчестве, служил аттрактором его работы. Л. Н. Толстой в своих дневниках признавался, что писал свои тысячестраничные романы ради двух-трех горячо любимых им сцен. Именно эти сцены организовывали, концентрировали вокруг себя весь остальной материал, который лишь подводил к этим сценам, всецело «работал» на них.

Известно, однако, что «дзэнские художники достигали предельной цельности при полном отсутствии, даже невозможности заранее продуманного плана»³⁹. Произведение такого типа организовывалось через чувство, через некий центр в подсознании, а не через логику развертывания и конструирования.

Установочный план — не обязательно нечто логически ясное и выраженное. Напротив, это — скорее, некий неосознаваемый, невербализуемый и некоммуницируемый, нерасчлененный «сгусток смысла», который выливается рано или поздно в выражение мыслей в вербализованной фор-

³⁸ Кассирер Э. Избранное: Опыт о человеке. М., 1998. С. 254.

³⁹ См. об этом: Григорьева Т. П. Цит. соч. С. 160.

ме. Анализ таких неосознаваемых предментальных переживаний был проведен Л. С. Выготским⁴⁰.

Кроме того, в свете синергетики можно было бы добавить, что план играет роль некоторого стимула, своего рода резонансного воздействия на сложный комплекс сознания — подсознания. План инициирует работу подсознания, способствует выведению наружу потенциально зреющего знания, его вербализации и логическому оформлению. Именно такую роль играл план в творчестве А. С. Пушкина: за очертаниями женских профилей и силуэтов, особым образом расположенных на листе бумаги, стоял целый комплекс смыслов и ритмов, зовущих к творчеству.

7.3.2. Искусство отбора

На базе увеличения разнообразия, «перевзвешивания» познавательных ценностей происходит отбор, отсеечение «ненужного». В этом смысл явных и латентных установок. Творческое мышление происходит не путем случайного перебора вариантов, а посредством выбора главного, чтобы организовать целое. Самоорганизация происходит вокруг этого ключевого звена.

Именно искусство критической оценки первоначального разнообразия версий решения проблемы, искусство выбора главного, а вовсе не умение генерировать это разнообразие, часто рассматривают в качестве признака талантливости человека. «Поэт Поль Валери сказал: «Необходимы двое, чтобы изобрести что-либо». Он ссылаясь не на сотрудничество-партнерство между людьми, а на бифуркацию индивидуального изобретателя. «Один, — говорит он, — производит комбинации; другой выбирает, признает, что он желает и что является важным для него в массе вещей, которые первый сообщил ему. То, что мы называем гением, гораздо менее работа первого, нежели готовность второго постигнуть ценность того, что было предложено до него, и выбрать». Это правдоподобное утверждение»⁴¹.

Любопытно, что семантика слов «интеллект» и «интеллектуальность» включает в себя характеристику их селективной природы. «Искусство отбора», можно сказать, встроено в саму этимологию этих слов. Латинский термин *intellectus* (разумение, понимание; рассудок) одного корня с глаголом *inter-lego*, который состоит из приставки *inter* (между) и корневого глагола *lego, legi, lectum*, еге, означающего выбирать, подбирать, избирать. Стало быть, способность понимания или рассудка означает способность выбирать между альтернативами.

⁴⁰ См.: Бассин Ф. В. Актуальность проблемы бессознательного // Философские науки. 1990, № 3. С. 44.

⁴¹ Цит. по: Dennett D. C. *Brainstorms: Philosophical Essays on Mind and Psychology*. Cambridge, 1985. P. 71.

На это обращает внимание Д. Деннет: «Латинский глагол *cogito* выводится, как говорит нам Св. Августин, из латинских слов, означающих *трясти вместе* [to shake together] тогда как глагол *intellego* означает *выбирать из* [to select among]. Римляне, по-видимому, знали, о чем они говорят»⁴².

Способности продуцирования нового, новых идей и гипотез, и отбора, четкого вербального оформления идей могут быть реализованы в сотрудничестве двух (или даже более) ученых. Тогда один ученый удачно дополняет способности и возможности другого. Примеры такого сотрудничества в истории науки многочисленны. Так, Е. Лифшиц четко фиксировал, излагал озарения и предположения Л. Ландау, возникающие в ходе совместных обсуждений. Лифшиц как бы проявлял посредством LS-режима (режима сходящейся волны, локализации и оформления структур) HS-догадки Ландау. Ибо, как мы увидим далее, за процесс направленного морфогенеза на поле сознания ответственен HS-режим, режим распространения и роста сложности на определенном участке среды.

Пауль Эренфест олицетворял психологический тип ученого-критика. Он был включен в круг крупнейших умов, занимавшихся созданием квантовой физики и новой научной картины мира, и занимал определенную необходимую всем «когнитивную нишу» в этой среде. Эренфест сыграл, в частности, роль посредника в дискуссии между Эйнштейном и Бором. Однако Эренфест чувствовал себя подавленным тем, что сам ничего не может создать, а занимается только критикой чужих идей. Углубление депрессии от собственного ощущения, что «в физике я уже ничего не создам», привело его в 1933 г. к добровольному уходу из жизни.

В статье памяти Эренфеста Эйнштейн пишет: «В наши дни люди с выдающимися качествами так часто кончают жизнь самоубийством, что мы уже не видим в этом ничего необычного... Отказ прожить жизнь до естественного конца вследствие нестерпимых внутренних конфликтов — редкое сегодня событие среди людей со здоровой психикой; иное дело среди личностей возвышенных и в высшей степени возбудимых душевно. Такой внутренний конфликт привел к кончине нашего друга Пауля Эренфеста...

Его величие заключалось в чрезвычайно хорошо развитой способности улавливать самое существо теоретического понятия и настолько освободить теорию от ее математического наряда, чтобы лежащая в ее основе простая идея проявилась со всей ясностью. Эта способность позволяла ему быть неподобным учителем. По этой же причине его приглашали на научные конгрессы, ибо в обсуждения он всегда вносил изящество и четкость. Он боролся против расплывчатости и многословия; при этом пользовался своей пронизательностью и был откровенно неучтив. Некоторые его выражения могли быть истолкованы как высокомерные, но его трагедия состояла именно в почти болезненном неверии в себя. Он постоянно страдал от того, что у него способности критические опережали спо-

⁴² Dennett D. С. Op. cit. P. 89.

способности конструктивные. Критическое чувство обкрадывало, если так можно выразиться, любовь к творению собственного ума даже раньше, чем оно зарождалось»⁴³.

Искусство отбора включает в себя внимание к малому и, казалось бы, незначительному. Ибо с самого начала важно попасть в поле притяжения аттрактора, а здесь играют роль случайности, малые вариации. Переоценка элементов из первоначального спектра разнообразия для последующего отбора происходит в особых состояниях сознания: во сне или в свободно парящем сознании, в отпущенном сознании, как его называют на Востоке. В даосизме стремились отпустить сознание на волю, достигнуть уровня праджни, высшей мудрости. Это значит предоставить его самому себе, дать выявиться его собственной природе. Эта спонтанность сознания ставит его на собственный, неповторимый для каждого путь.

Предполагается, что в таких состояниях сознание пребывает в тонком мире. В этом мире какая-либо мелкая деталь может иметь большее значение и влияние, чем бросающиеся в глаза, очевидные вещи. Мельчайшая, ничтожная деталь может развернуть веер новых форм бытия. Она может стать центром самодообраивания, вытянуть всю цепь мыслей и образов. «Сумей схватить за хвост самого маленького черта, и он укажет, где притаился наибольший» — эта старая китайская поговорка указывает на значение малейших подробностей для открытия главного. Действительно, самая заботливая подробность будет лучшим ключом к подвигу великому. Ошибочно думают, что подробности незначительны для пути восхождения»⁴⁴.

Тонкий мир — это, вероятно, мир подсознания. Согласно синергетическим представлениям, это — слабые следы существовавших когда-то структур, процессов, которые сейчас «горят» очень незначительно, практически не проявляют себя. Это также «просачивание» процессов вне области их эффективной локализации. С одной стороны, слабые следы или «хвосты» процессов фактически увязывают весь мир, составляют основу универсальной когерентности. Слабое связывает все друг с другом. А с другой стороны, в слабом, или тонком, мире накапливается вся история и предыстория процессов, наслаиваются все попытки, подходы, неустановившиеся режимы. Все эти подробности, конечно, во много раз богаче того, что осталось, запомнилось, выкристаллизовалось и интенсивно используется в сознании.

С выходом на аттрактор случайность «выжигает», отсекает все «лишнее». Она конструктивна через разрушение. В моделях открытой нелинейной среды это осуществляется через диссипативные процессы, процессы рассеяния, рассасывания неоднородностей. Каков аналог макроскопическому диссипативному процессу (т. е. случайности на макроуровне) в когнитивных и социальных процессах? Этот вопрос нуждается в даль-

⁴³ Эйнштейн А. Собр. научн. трудов. Т. 4. М., 1967. С. 190–191.

⁴⁴ Агни-йога. Сердце // Врата в будущее. М., 1990. С. 273.

нейшем осмысливании. Ясно, что отбор различных вариантов, сценариев решения не подчинен слепой случайности. Строго говоря, никогда не происходит чистого и слепого перебора, но возникают предпочтения одного или немногих лучших вариантов. То есть отбор направляется подсознательными установками. Но в то же время и на стадии отбора, очевидно, играют роль интуиция, спонтанность и свободное движение ума, а стало быть, непредсказуемые и случайные элементы.

Словесное и интеллектуальное творчество связано с безжалостным отбрасыванием, беспощадным уничтожением многого из того, что незадолго до этого было допущено как когнитивный аналог хаоса.

Опытом своего словесного творчества делится с нами С. С. Аверинцев: «То, что можно назвать “работой” над стихами, сводится для меня к вычеркиванию, к исключению всего, что я не намерен туда пускать... Это — некий аналог “феноменологической редукции”»⁴⁵.

Что касается вообще искусства словесного творчества, то умение писать заключается, по-видимому, в умении ставить точку и в умении делать паузы (абзацами). Точка меняет архитектуру всего текста, отсекая все «лишнее». А значит, речь идет об умении видеть, что есть «лишнее», умении заключать в скобки, вернее, выносить за скобки, а потом эти скобки опускать.

Те же законы отбора имеют силу для творчества композитора. «Процесс композиции состоит в объединении элементов из некоторого каталога символов... в соответствии с правилами селекции и выбора; таким образом извлекается порядок из хаоса множества возможностей. Эта модель очень близка к идеям Стравинского (1947), который говорил об “ощущаемой необходимости вывести порядок из хаоса”... Всякое искусство предполагает работу по селекции... Знать, как отбрасывать, — в этом состоит великая техника селекции»⁴⁶. Чрезвычайно важно при этом, что остается в результате селекции, не отброшено ли слишком много или, напротив, мало. Как найти эту «золотую середину», оптимальную меру хаоса в создаваемой музыкальной композиции? «Схематически, степень информации (негэнтропии) музыкального послания является важным параметром: если он очень низкий, то музыка скучна, монотонна, слишком предсказуема; если же он слишком высокий, то музыка совсем непредсказуема и полностью неразборчива. Белый шум является крайним случаем непредсказуемости»⁴⁷.

Совершенствование креативных способностей связано с повышением искусства избирательности восприятия и переработки информации. Ученый или художник резонирует лишь с теми элементами в текстах книг

⁴⁵ Аверинцев С. С. Из духовных стихов // Философская и социологическая мысль. 1990, № 4. С. 119.

⁴⁶ Risset J. C. Stochastic Processes in Music and Art // Stochastic Processes in Quantum Theory and Statistical Physics. Berlin: Springer, 1982. P. 283.

⁴⁷ Ibidem.

(быть может, даже никак не выделенных в текстах) или в беседах, лекциях и т. п., которые встраиваются в его собственную, вынашиваемую им концепцию, схему или образ. Или, напротив, резонирует с тем, что с очевидностью противоречит его собственной концепции, выбирает контрпримеры к своей концепции. Творческий человек, как правило, не читает книгу от корки до корки или, по крайней мере, всю с равномерным вниманием. И, по всей вероятности, это есть не недостаток, а выработанное в результате своего собственного развития преимущество перед другими читателями.

Оказывается, ценно пролистывание, просматривание книг и журналов, пропускание через себя огромного количества информации. При этом человек улавливает, усваивает лишь то, что ему нужно, что соответствует его миропониманию. Вообще говоря, он опирается на несколько десятков ключевых слов, которые определяют быстрое схватывание материала.

7.3.3. Самодостраивание

Самоорганизация в области творческого мышления есть восполнение недостающих звеньев, «перебрасывание мостов», самодостраивание целостного образа. Мысли вдруг обретают структуру и ясность.

Конрад Лоренц ввел принцип *Fulgurationes* или «креативных вспышек» (*fulgurare* — лат., сверкать молнией) как принцип, описывающий возникновение нового, новых системных свойств, в ходе эволюции.

Согласно представлениям гештальтпсихологов, имеет место «инсайтная перестройка». Происходит как бы мгновенная организация красивой мозаичной структуры из имеющихся элементов знания и опыта: «встряхнул, и есть структура!». Излагая свою динамическую теорию процессов продуктивного мышления, М. Вертгеймер подчеркивает: «Главным в этой теории является переход от совокупности отдельных элементов поверхностной структуры к объективно лучшей или адекватной структуре»⁴⁸. Развиваемое здесь понимание механизма творческого мышления существенным образом отличается от концепции Вертгеймера и других гештальтпсихологов.

Происходит не просто объединение целого из частей, самоструктурирование частей в целое, не просто проявление, «всплытие» более глубокой структуры из подсознания, а самовырастание целого из частей в результате самоусложнения этих частей. Сам поток мыслей и образов в силу своих собственных потенций усложняется и спонтанно выстраивает себя. Из простой структуры вырастает более сложная. Это есть автопоэзис мысли, если применить центральное понятие концепции У. Матураны.

О рождении этого термина в совместном обсуждении рассказывают в своей книге У. Матурана и Фр. Варела. «Нам не нравилось выражение

⁴⁸ Вертгеймер М. Продуктивное мышление. М., 1987. С. 278.

“циклическая организация”, и мы хотели найти слово, которое само передавало бы центральную черту организации живого — его автономию. *Poiesis* означает *creation* или *production*. Мы поняли силу слова *poiesis* и изобрели слово, в котором нуждались: *autopoiesis*»⁴⁹.

Прежде всего данное понятие выражает свойство живых систем самообновляться при функционировании.

Образ самодостраивания подобен вырастанию «родословного древа решения», «древа познания» на специально подготовленном, окультуренном поле сознания. Речь идет о некоем когнитивном аналоге биологического процесса морфогенеза. Это резонирует с восточными представлениями о природе сознания. Так, в чань-буддизме сознание человека представлено в образе древа бодхи или древа просветления. А путь к просветлению ассоциируется со средствами стимулирования созревания и расцветания древа бодхи.

Приведем небольшой отрывок из канонического текста школы чань, в котором излагается учение о «внезапном просветлении»:

*Само сознание есть древо бодхи,
А тело есть светлое зеркало с подставкой...*

Стихотворение Шестого патриарха Хуэйнэна гласит:

*Основа сознания содержит семена живых существ,
И когда проливается дождь Дхармы, семена прорастают.
Когда вы прозреваете в своей природе живые семена цветов,
Плоды просветления созревают сами собой*⁵⁰.

Что касается процессов мышления, протекающих у ученых при решении ими научных задач, то здесь к процессам самодостраивания и высокой избирательности восприятия и переработки информации присоединяется еще один важный тип процессов. Это — процессы создания крупных блоков информации, ключевых схем или образцов, и оперирования ими.

Только новичок в науке сознательно обращается к правилам в поисках решения научных проблем и обдумывает каждое следующее свое действие. Он способен, как правило, лишь на пошаговое экстраполирование и ближайший прогноз. В отличие от него, компетентный ученый уже не занят тщательным обдумыванием правил и схем действий. Он знает пра-

⁴⁹ Maturana H. R., Varela Fr. *Autopoiesis and Cognition*. Dordrecht, 1980. P. XVII.

⁵⁰ Учение о внезапном просветлении южной школы Маха-Праджня-Парамита-Сутра высшей Махаяны // Абаев Н. В. Чань-буддизм и культурно-психологические традиции в средневековом Китае. Новосибирск: Наука, 1989. С. 183, 220.

вила, но применяет их автоматически. Самые высококвалифицированные специалисты, эксперты по проблемам, вообще живут в мире своих идей. Они лишь воскрешают в памяти высокоабстрактные паттерны и схемы исследований.

Для этого уровня мастерства характерно оперирование целыми комплексами знаний, опыта, переживаний, чувств, т. е. громадными блоками информации. Эти «сгустки» сенсуальной и интеллектуальной информации выводятся из-под контроля сознания, вытесняются в автоматизмы, «опускаются» в подсознание. В результате освобождается поле для свободного конструирования, для игры ума, для интуитивного видения и удержания целого. А стало быть, облегчается наступление «вспышек интуиции». У высококвалифицированных специалистов самодообраивание протекает быстро и эффективно, так как спонтанно структурируются «крупные кубики», громадные блоки информации.

О результатах исследований таких высокоабстрактных узловых структур в мышлении ученого-исследователя упоминают Ч. Ламсден и Э. Уилсон. «Недавние исследования процесса решения проблем свидетельствуют о том, что процедура экспертизы основывается в большой степени на мемо-ризации фактов, на что, собственно, и указывает нам обычное наблюдение. Однако эксперт обладает также багажом схем высокого уровня, которые служат в качестве быстрых гидов к различным частям запаса знания. Интуиция физиков и инженеров, например, может состоять в способности быстро и эффектно манипулировать «крупными блоками» (chunks), составленными из многих взаимосвязанных фактов. Имеется достаточное основание верить, что надлежащее изучение долговременной памяти и решения проблем, возможно, прольет свет на глубокие когнитивные процессы, которые обычно называют талантом, креативностью, способностью суждения и воображения»⁵¹.

Механизм интуиции как самодообраивания имеет, как нам представляется, достаточно общий характер и приложим также для понимания художественного творчества. Анализируя творчество поэтов, а также их воспоминания, размышления о своем творчестве, можно заметить, что написание стихотворения, как правило, связано с рождением первоначально какого-либо центрального поэтического образа, ключевой фразы, буквально одной строки. И она в хаосе мыслей и образов организует весь стих, выстраивает, упорядочивает все слова, определяет их место в общем ритме стекающего с пера стихотворения.

Подобную характеристику процессу рождения стихотворения дает Марина Влади в своей книге о Владимире Высоцком: «А потом ты сидишь неподвижно за столом, будто зачарованный белым сиянием лампы. Вдруг

⁵¹ Lumsden Ch. J., Wilson Ed. O. Genes, Mind and Culture: The Coevolutionary Process. Cambridge, 1981. P. 248. Крупные блоки информации Ламсден и Уилсон толкуют как группу связанных символов в долговременной памяти, которая может быть обозначена единицей этой памяти.

взрыв страшнейших проклятий. Есть! Ты нашел! Иногда это просто строфа. Но после того, как она пошла, все выстраивается и связывается. И под утро... ты, торжествуя, читаешь мне труд твоей ночи»⁵².

Но, может быть, наиболее адекватны для описания сложных процессов художественного творчества сами средства поэтического творчества? Процесс рождения стихотворения из хаоса звуков и образов и из вариаций ритмов изображался многими поэтами, и, в частности, Максимилианом Волошиным. Вот образец своего рода поэтической метафизики, т. е. образец поэтических размышлений в процессе творчества поэта. И мы не вправе далее трактовать и насиловать этот поэтический образ логически и вербальными средствами:

Рождение стиха

Бальмонту

*В душе моей мрак грозовой и пахучий...
Там вьются зарницы, как синие птицы...
Горят освещенные окна...
И тянутся длинные,
Протяжно-певучи
Во мраке волокна...
О, запах цветов, доходящий до крика!
Вот молния в белом излучии...
И сразу все стало светло и велико...
Как ночь лучезарна!
Танцуют слова, чтобы вспыхнуть попарно
В влюбленном созвучии.
Из недра сознания, со дна лабиринта
Теснятся виденья толпой оробелой...
И стих расцветает цветком гиацинта,
Холодный, душистый и белый.*

1904. Париж⁵³.

7.3.4. Каскад кристаллизаций таланта

Научное открытие предстает как переорганизация проблемного поля (поля вопросов) как кристаллизация знания, выход на структуру. Причем в научном творчестве имеет место, как правило, целая серия кристаллизаций. Мы имеем в виду здесь то, что научные достижения многократно переделывают творца. Ибо достижению каждой общественно значимой кристаллизации знания соответствует кристаллизация духа его творца.

⁵² Влади М. Владимир, или Прерванный полет. М., 1989. С. 58.

⁵³ Волошин М. Стихотворения. Ленинград, 1982. С. 82.

Исследуя феномен любви, Стендаль открыл этапы ее эволюции: первая кристаллизация чувств, вторая кристаллизация чувств и т. д. Аналогично и крупные ученые и философы в процессе творческой эволюции переживали критические периоды ломки своих взглядов и представлений, а также ряд этапов кристаллизации своего таланта. А так называемые «неудачники» не доходят и до первой общественно значимой кристаллизации.

Переструктурирование проблемной ситуации выглядит как реализация потенциального, как вывод на поверхность каких-то путей из спектра возможных путей эволюции знания. Существует как бы некая многозначная фигура, которая сейчас явно предстает перед нами только одним своим аспектом, но таит в себе и иные аспекты. Научное открытие только на первый взгляд есть решение проблемы. Многогранный таинственный кристалл знания поворачивается иной своей гранью.

Парадоксально, но открытие всего лишь переформулирует проблему, переструктурирует поле вопросов. Или иначе, открытие представляет собой бифуркацию на вопросно-ответном поле. В унисон этому синергетическому взгляду звучат слова В. В. Библихина о том, что наука — это «сбережение непонятной загадочности того, что есть... Всякое научное открытие — это “усовершенствование архитектуры вопросов” (Ионеско), появление (после отпадения многих) еще большего их числа, большей тонкости, большей вопросительности. С каждым новым открытием здание вопросов науки становится громаднее, чуднее. Становится еще менее ясен его “общий смысл”, еще проблематичнее здание в целом»⁵⁴.

7.3.5. Феномен резонанса

Если параметры внешнего воздействия соответствуют собственным параметрам самоорганизующейся системы, то имеет место феномен резонанса. Резонанс с синергетической точки зрения — это топологически правильное воздействие на мозг и тело человека (поскольку есть психосоматическая связка, то, воздействуя на тело, мы воздействуем на мозг, и наоборот), т. е. воздействие на них пусть и малое, но конфигурационно правильное, симметричное. Это приводит к многократному усилению творческой активности человека, раскрытию неограниченных потенций человеческой психики и сознания. Об этом мы будем говорить подробнее в следующем разделе книги, в связи с обсуждением пути медитации йоги-на и способов управления творческой интуицией.

Для того чтобы познать сложные явления мира, нужно построить сложную структуру на поле мозга. И то и другое, рассуждая по большому счету, строится по единому закону: структуры мозга и структуры действительности конгруэнтны. Ведь и всякая природная среда, и среда мозга от-

⁵⁴ Библихин В. В. Мир // Философская и социологическая мысль. 1990, № 5. С. 19.

крыты и нелинейны, а стало быть, являются «полигоном» для разыгрывания процессов самоорганизации. Не на этом ли пути следует искать решения главной проблемы для человеческого разума — познаваемости мира, которую М. Планк называл чудом? Не потому ли, собственно говоря, мы можем познавать мир?

В данном случае нас будут интересовать следствия и результаты таких топологически правильных самовоздействий на мозг, реализации высших творческих проявлений человеческого «Я».

Научное открытие, творческая удача, озарение или провидение, когда угадывается некоторая объективная тенденция развития, — тоже своего рода резонанс человека-творца с миром, с окружающей его действительностью. Это — резонанс, по крайней мере, гносеологический, в то время как восточные мудрецы, йоги, буддисты говорят даже о физическом, энергетическом слиянии с миром. Последняя позиция имела влияние и на русскую философию. «Восприятия не субъективны, а субъектны, т. е. принадлежат субъекту, хотя и лежат вне его. Иначе говоря, в знании сказывается подлинная расширенность субъекта и подлинное соединение его энергии (в смысле терминологии XVI в.) с энергией познаваемой реальности»⁵⁵, — так характеризует свою теорию знания П. А. Флоренский.

Парадоксально при этом то, что максимальное творческое самовыражение субъекта соответствует максимальной объективности, подлинности результатов творчества. Иначе говоря, максимум личностного, человеческого, субъективного в творце снимает это личностное или даже начисто уничтожает его, и дает подлинно объективную картину бытия.

Истоки такого понимания творчества можно усмотреть еще в античной культуре. «Не мне, но логосу внимая, мудро признать, что все едино»⁵⁶, — поучал Гераклит. Человек улавливает логос, объективный закон мира вещей, когда сливается с объективной действительностью, находится с ней в неразрывном единстве. Это состояние аналогично состоянию эмпатии в художественном творчестве. Обсуждая это известное высказывание Гераклита, В. Стружковский пишет: «Слушай не меня, а логос... Когда я говорю так, я утверждаю, что (1) я принадлежу к тотальности вещей, которые есть одно; (2) я слушаю логос, который “говорит” во мне и через меня. Logos есть *αρχή*. И как *αρχή* он проявляет себя во мне. Я есть его *обнаружитель* (*revelator*). И хотя я не есть логос в себе, хотя я есть нечто “иное”, я участвую в нем»⁵⁷.

А. Битов истолковывает состояние творческого озарения, по сути дела, тоже как резонанс человека с миром. Его описание этого состояния весьма любопытно: «Только что я шел за мылом, погруженный в суетливый список небытия, вдруг озарение снизошло, слился с миром и настоя-

⁵⁵ Флоренский П. А. Автореферат // Вопросы философии. 1988. № 12. С. 115.

⁵⁶ Материалисты Древней Греции. М., 1955. С. 45.

⁵⁷ *Stróżewski W.* Man as *αρχή* // Reports on Philosophy. Warsaw-Cracow, 1984. N 8. P. 74.

щим временем на секунду, тут же вырвало меня из жизни снова в небытие, но как бы во вдохновенное, поэтическое, и опять на тебе... Какого черта идет ко мне этот мужик»⁵⁸. «Поэзия, — пишет он далее, — постоянный прорыв не В, а СКВОЗЬ форму»⁵⁹. Только в результате озарения, вернее в его момент, человек приобретает подлинную бытийность, ибо до этого он был погружен в призрачное бытие, небытие. Озарением он оправдывает свое существование в этом мире.

Резонанс человека с миром в момент открытия проявляется в том, что язык субъекта творчества объективируется. Не он говорит, а в нем говорит сама она, реальность как таковая. Он видит то, что другие не видят. Это своего рода ясновидение, пророчество.

7.4. ПО ТУ СТОРОНУ МЕНТАЛЬНОГО: ПУТЬ ТВОРЧЕСКОЙ ИНТУИЦИИ И ПУТЬ ЙОГИ

Йогину присуще убеждение..., что он может своими методами усиленного сосредоточения ускорить темп индивидуального прогресса...

Ромен Роллан

Страдания духа являют единственную лестницу кратчайшего пути. Страдания десятилетия протекают в один день у избранных.

Агни-йога.

Листы сада Мории. Кн. 1. 10.04.1922

Известна эвристичность отдаленных аналогий. В данном случае хотелось бы обратить внимание на аналогии и даже конкретные совпадения опыта интуиции как сверхсознания, рассмотренного в свете синергетики, с опытом сверхментальных переживаний в йоге. Таким образом, здесь выявляется троякое пересечение, взаимное резонирование трех исследовательских полей:

- 1) раскрываются механизмы творческой интуиции;
- 2) развивается синергетический подход к пониманию мира человека и его сознания;
- 3) с позиции синергетики рассматриваются медитационные эксперименты в йоге.

Здесь использованы некоторые элементы опыта чань-буддизма в Китае, дзен-буддизма в Японии, а также опыт нетрадиционной интегральной

⁵⁸ Битов А. Грузинский дневник. Тбилиси, 1985. С. 39.

⁵⁹ Там же. С. 131.

(или супраментальной) йоги Гхош Ауробиндо. При этом нас будет интересовать главным образом то, что нам могут подсказать восточные мудрецы о способах управления работой творческой интуиции.

Функционирование творческой интуиции затрагивает слои сверхсознания человека (терминология К. С. Станиславского, а вслед за ним П. В. Симонова). Интуиция часто эксплицируется как непосредственное схватывание, чутье, ясновидение или прозрение, т. е. своего рода чувство за пределами, сверх или по ту сторону ментального (то, что передается английским *beyond mentality*). Немцы говорят об интуиции как о некотором внутреннем чувстве или внутреннем зрении, пронизательности (*Einfühlungsvermögen, Einfühlungskraft, Einsicht*). Явно проступает недостаточность ума, разумения, всего того, что схватывается латинскими *ratio, intellectus* и *mens*. Этому соответствует выход в супраментальное (сверхментальное) состояние сознания, а точнее, прорыв сквозь ментальную оболочку в иные слои, слои сверхсознания, — то, что описывал Ауробиндо.

7.4.1. Стереть старые следы

Одна из первоначальных и необходимых ступеней для начала путешествий сознания — это достижение «безмолвия ума», успокоения в себе физической, витальной и ментальной сфер. Это достигается посредством произнесения мантр и заклинаний, ритуальных упражнений и концентрации внимания на особых визуальных образах. Такого рода спокойствие духа, внутренняя тишина, состояние безмятежности, атарахии (отрешенности от этого мира), как утверждается, абсолютно необходимо для перевода сознания в иные режимы, для выхода в иные миры.

В состоянии транса сознание свободно движется. Оно избавлено от своей собственной цензуры и табу, от этого суперэго, «стоящего над ним с дубинкой в руках». Н. В. Абаев отмечает, что это предельно уравновешенное и безэнтропийное состояние «уподоблялось чань-буддистами зеркальной поверхности спокойной воды». «Дхьяна — это такое состояние сознания, когда все духовные силы находятся в равновесии, так что ни одна мысль, ни одна склонность не может доминировать над другими. Это можно сравнить с тем, как на бурлящее море выливают масло: волны больше не режут, пена не кипит, брызги не летят — остается лишь гладкое блестящее зеркало. И именно в этом совершенном зеркале сознания мириады отражений появляются и исчезают, никак не нарушая его спокойствия»⁶⁰. Подчеркнем, что отсутствие доминирования одной мысли над другой, одного направления поиска по отношению к другому, т. е. дости-

⁶⁰ Абаев Н. В. Чань-буддизм и культурно-психологические традиции в средневековом Китае. Новосибирск, 1986. С. 84–85. Заметим, что «дхьяна» в чань-буддизме — это китайский синоним санскритского названия «самадхи». Дхьяна — это равновесие ума и свобода мыслей.

жение соизмеримости несоизмеримого, гармонизации не подходящего друг к другу, как раз признак того, что отодвигается заслонка сознания, снимается его контроль.

Действительно, состояние «безмолвия ума», транса или самадхи дает возможность пробиться случаю, хаосу, ничтожным флуктуациям и малым влияниям (по разным интерпретациям, влияниям подсознания, сверхсознания или самой действительности). «Вооруженный "своей" Силой, с успокоенным умом, ищущий постепенно обнаруживает, что он открыт всем внешним влияниям, которые он получает отовсюду»⁶¹, — так считает Ауробиндо. Эти малые влияния были несоизмеримы с океаном чувств и бурным потоком мыслей, в которые постоянно погружен человек в обычном состоянии. Они тонули, стирались в нем. А сейчас, в состоянии самадхи, они стали более выпуклыми, заметными, осязаемыми. И тогда случай-ничтожество может предстать в лике случая-творца нового, случая-ворот в иные миры.

С одной стороны, практикующий йогу достигает успокоенного, безэнтропийного состояния сознания. А с другой — снижается порог восприятия, человеческий ум становится чувствительным к малым влияниям. Видимо, устанавливаются связи с тонким и слабым, но огромным миром — подсознанием, в нашем понимании, ибо обычно в сознании имеются лишь неощутимые следы происходящих в подсознании процессов. Йоги говорят, однако, о возможности физической связи с самим миром. Они предполагают, что связи выходят за пределы мозга, телесных и ментальных оболочек человеческого существа. Это напоминает нам некие «хвосты тепла» на ненулевом температурном фоне вне структуры, вне ее эффективной области локализации.

Человек является пленником своей культуры, своих знаний. Он заточен в них, обременен ими. Человек, согласно Ауробиндо, находится в «кокон фронтальной личности»⁶². «Мы заключены в какую-то конструкцию — она может быть совершенно непроницаемой, без малейшего отверстия, или изящной, как минарет, но так или иначе мы замурованы — в гранитной ли оболочке или стеклянной статуе. Мы без конца повторяем самих себя, жужжим всегда одно и то же»⁶³. Человек смотрит на мир через свои одноцветные очки, очки своей культуры, по мысли Ауробиндо, через свою «ментальную завесу». Он, как правило, способен воспринимать лишь малую часть спектра культурных традиций и опыта иных мироощущений. Нужен правильно организованный импульс, чтобы перейти в иное состояние, вырваться за пределы своей ментальной оболочки в царство нового, хотя бы немного подсмотреть это новое, какой-то его фрагмент.

О. О. Розенберг, осмысливая миропонимание буддизма, представляет нам буддийский образ личности как образ пучка ниток, узелка на теле

⁶¹ *Сатпрем*. Шри Ауробиндо, или Путешествие сознания. Ленинград, 1989. С. 55.

⁶² Там же. С. 101.

⁶³ Там же. С. 45.

культуры. Розенберг буквально пишет: «По учению буддизма, каждая личность со всем тем, что она мыслит, со всем ее внутренним и внешним миром, есть не что иное, как временное сочетание безначальных и бесконечных составных частей... Бесчисленные нити, из которых соткана данная личность, составляют как бы пучок ниток, как бы "основу" ткани, те продольные нити, которые в ткани соединяются то в тот, то в другой узор»⁶⁴.

Каждая личность порождает свой орнамент, свой узор, особое переплетение связей в среде культуры, ибо она по-своему встроена в эту среду. А стало быть, она поработана этими связями, вынуждена подчиняться общепринятым в культуре паттернам деятельности и мышления.

Моя культура связывает меня с миром, ибо она отражает мой путь, мой опыт в этом мире. Но она же отъединяет меня от мира, отгораживает, как скорлупа цыпленка или панцирь черепахи. Каждый ученый живет в своем более или менее узком концептуальном мире и наборе образов культуры, и его понимание иных языков культуры значительно затруднено. Чтобы не быть всецело связанным своим миром-скорлупой, разрушить свой однозначный культурный контекст, нужно внутренне пройти иные пути культуры, получить сенсуальный и ментальный опыт блуждания по мицелию иных традиций.

Этот внутренний огонь разнообразия существует в человеке-творце до поры потенциально, но при соответствующих условиях может проявиться. Осколки этого разнообразного опыта могут резонировать с конкретной проблемной ситуацией в науке. Осуществляется выход за пределы своей культуры. Посредством «мутации» культурных эстафет рождается новое знание. Интуиция есть прорыв из тяжкого смятения обыденностью в безмятежность (как последующий этап) и далее в иное смятение, смятение-радость, радость открытия иного, нового.

Все вышесказанное можно резюмировать так: нужно стереть старые следы. Это есть необходимое первоначальное условие для медитации, для выхода на высшие уровни сознания, для начала его путешествий.

Для чего это нужно? Медитация есть, по сути, выход на простое, на структуру-аттрактор. А поскольку аттракторы описываются инвариантно-групповыми решениями, то эта структура симметрична, красива, правильна. Именно так определил сущность медитации директор Парижского института йоги Фаек Бириа: «Медитация в йоге — это не техника, не практика, а состояние, которое возникает (или не возникает) в результате практики. Можно было бы дать такое определение медитации: это приведение нашего сложного духа к состоянию простоты»⁶⁵.

Для объединения элементов знания и опыта в идеально правильную структуру, для построения этой структуры по законам истинно сущего, для идеального соответствия собственным функциям среды (собственным

⁶⁴ Цит. по: Психологические аспекты буддизма. Новосибирск, 1986. С. 20.

⁶⁵ См.: Бириа Фаек. Об асанах, медитации и духе // Советский спорт. 1991. 26 января. С. 2.

тенденциям развертывания сознания), не нужны эти лишние следы. След-карму, груз пройденного пути, огромные наслоения прошлого нужно уничтожить. Уничтожить переплетение структур реальных, а не идеальных, неустановившиеся и неасимптотические русла процессов, эту шубу-оболочку из медленно протекающих процессов, которой оброс симметричный керн.

Стирание старых следов, структур предыстории и памяти, разумеется, не означает, что они уничтожаются полностью и навсегда. Речь идет о том, чтобы затормозить, замедлить, вытеснить эти структуры памяти о несовершенных попытках в еще более глубокое подсознание, в другой, еще более медленный, темпомир. Нужно стереть старое, чтобы создать гармоничную сверхсложную структуру, отражающую сложность мира. То есть, на самом деле это — некий способ отбора, некая глубоко конструктивная, созидательная процедура. Стирать — это уметь соединять.

В науку, культуру, в будущее в момент озарения включается сама истина, а не ее «обертонные», «побочные», превращенные формы. Последние отбрасываются, обрезаются ученым-творцом посредством абстрагирования. Вот почему в йогической практике перестройки сознания такое большое внимание уделяется успокоению страстей и мыслей, достижению состояния внутренней тишины. Только на чистом поле сознания можно быстро построить новую правильную структуру знания и опыта. Только на гладкой, неволнующейся среде малые, но топологически правильные воздействия — «уколы» — на психику и тело человека будут эффективны.

7.4.2. Сознание-сокровищница

Разрушение однозначного культурного, научного и подобного контекста, собственной культурной оболочки, преодоление своей ограниченности как одномерного существа происходит за счет возвращения к прасреде сознания, к Корню, к Единому, к сознанию-сокровищнице. Напомним, что в буддизме имеется образ сознания-сокровищницы, «истинной житницы всего, где содержатся семена всех будущих идей и следы всех прошедших деяний»⁶⁶.

Сознание — это поле, которое первоначально содержит в себе все возможные и реализуемые в будущем пути развертывания мысли, а также накапливает, сохраняет в себе следы всех прошедших движений мысли и волнений чувств. Это резонирует с синергетическим образом открытой нелинейной среды, содержащей в себе все поле путей развития, а также сохраняющей в себе в ином, более медленном и неосязаемом нами темпомире все прошедшие процессы.

С точки зрения буддизма, вообще говоря, нет ничего нового. Все уже имеется в потенциальном и неразвернутом виде в сознании-сокровищнице.

⁶⁶ Щербатской Ф. И. Избранные труды по буддизму. М., 1988. С. 231.

це. В потенции, или в Небытии, все уже есть, и человек призван лишь угадывать и выявлять то, что есть. Нужно только уметь выводить на поверхность и проявлять, вербализовывать и оформлять логически то, что уже содержится в подсознании. В этом контексте делаются понятными воспоминания некоторых поэтов, в том числе Осипа Мандельштама, о том, что они только напряженно улавливали «уже существующие» образы, превращали в действительность потенциальное.

7.4.3. Стягивание в точку

Как и при каких условиях осуществляется возврат к Корню, к сознанию-сокровищнице? В синергетической модели, в LS-режиме с обострением, все стекается к центру и, кроме того, структура развивается очень быстро, приближаясь к моменту обострения. Вблизи обострения изменения происходят лишь в малой области у центра, значит, огибающая — это замерзший, остановившийся процесс, который в некотором смысле выпал в прошлое. А в той узкой области у центра, которая быстро развивается, появляются все более удаленные от прошлого «куски» будущего, структура продвигается к будущему. Окончательная архитектура этой структуры состоит из застывших кусков прошлого и сжатого интенсивно достраиваемого вблизи обострения будущего.

Но, с другой стороны, в LS-режиме процессы в центре идут сейчас так, как они шли во всем пространстве среды в прошлом. То, что сейчас происходит у центра, раньше было как бы раздвинуто, растянуто на все пространство, ведь все стадии процесса встраиваются в автомодельное решение. Значит, в некотором смысле стягивание процесса к центру есть стремление к прошлому. То есть прошлое является аттрактором, центром притяжения. Прошлое сокращается и остается в узкой области у центра, оно вытесняется элементами огибающей, которая представляет уже «замерзшие куски будущего». Проникновение в будущее ограничено периферией структуры, краями эффективной области локализации, а в центре возникает и достраивается все более удаленное прошлое. При такой интерпретации хода процессов в LS-режиме создается впечатление, что на этих стадиях процессов время течет в другом направлении.

Как возможен выход из этой противоречивой, амбивалентной интерпретации? Можно ли себе представить, например, что прошлое является аналогом будущего? Может быть, прошлое и будущее где-то смыкаются?

Любопытно, что возвращение к Корню, к Единому, к потенциальному рисуется в некоторых восточных учениях в форме обращения стрелы времени. «Отношение к Небытию как залогоу жизни (все уже есть в невыявленной форме) порождало тенденцию к движению времени вспять»⁶⁷, — пишет Т. П. Григорьева.

⁶⁷ Григорьева Т. П. Цит. соч. С. 90.

Кроме того, прошлое связывается на Востоке с верхом. Прошлое — это исток реки, который, быть может, лежит высоко в горах. К истоку поднимаются. «*Саканобору* значит “подниматься вверх по течению” или к истокам, т. е. возвращаться вспять, к прошлому»⁶⁸. Видимо, поэтому образ вселенского древа, смоковницы изображается иногда корнями вверх. Это имеет место, к примеру, в Катха Упанишаде.

Стало быть, восхождению по ступеням сознания, поднятию его на уровень праджни, отпущенного сознания (которому становится доступным высшее знание) соответствует восхождение вверх ко все более глубокому прошлому, к Корню, в котором все уже есть.

В начале медитации в процессе сосредоточения, стягивания в точку йоги возвращаются к глубокому прошлому, к традиции, к Корню, и, достигая просветленного состояния, описывают опыт выхода в сверхразум, а иногда (как, например, Ауробиндо) и продвижение по будущим ступеням эволюции разума в природе. Связь с прошлым в процессе медитации постепенно утрачивается. Глубокое прошлое позволяет открыть будущее. Быть может, при этом представима картинка, в которой как бы пробегает луч от прошлого к будущему, высвечивается вся ось дао.

Некоторые положения учения Ауробиндо Гхош можно истолковать как раз в плане стимулирования LS-режима в человеке. Чтобы вырваться за пределы своей ментальной оболочки и начать путешествия сознания, нужно сконцентрировать внутреннюю энергию в самом себе, организовать такой режим с обострением, при котором внутренние источники (ключи) энергии сильнее рассеяния, отвлечения, ментальных и чувственных потоков наличного бытия. А это как раз условие для LS-режима. К примеру, Сатпрем так характеризует позицию Ауробиндо: «Для достижения этой цели [обретения божественного сознания] все эти учения пытаются вывести нас из состояния рассеянности и бесполезной траты энергии, в котором мы проводим день за днем всю нашу жизнь, и создать в нас концентрацию настолько мощную, чтобы она могла разрушить обычные ограничения и в положенное время перевести нас в другое состояние»⁶⁹.

В китайском чань- и в японском дзен-буддизме можно встретить множество указаний на то, что достижение состояния трансa или самадхи является, по сути, сосредоточением, стягиванием в точку. Указывается и точка, куда текут процессы, куда «сбегается волна» (что характерно для LS-режима). Как разъясняет Т. П. Григорьева, буддисты называют ее *ситта*, китайцы — *синь*, японцы — *кокоро*. «*Кокоро* — это сосредоточенность на единичном, стяжение в одну точку, откуда все разворачивается по аналогии с *нирваной*»⁷⁰. *Кокоро* — это фокус сосредоточенной в данном пространстве энергии. Это — центр круга, источник знания, центр притяжения ментальной деятельности и одновременно точка соприкосновения с Высшим.

⁶⁸ Григорьева Т. П. Цит. соч. С. 90.

⁶⁹ Сатпрем. Цит. соч. С. 36.

⁷⁰ Григорьева Т. П. Цит. соч. С. 136.

Чтобы выйти за пределы своей собственной ментальности, слить свой путь с путем богов, с руслом дао, нужно достигнуть точки кокоро.

Аналогично характеризуется момент достижения синь в чань-буддизме. «Медитация обычно начиналась с сознательной концентрации внимания, когда медитирующий сосредоточивает его в одной точке и интенсивно “всматривается” своим внутренним взором в “пустоту”, стремится “опустошить” свое сознание до полного отсутствия каких-либо мыслей или образов восприятия. Такое состояние называлось **одно-точечностью сознания** (*и-нянь-синь*), или **сознанием, лишенным мыслей** (*у-нянь-синь*), **не-сознанием** (*у-синь*)»⁷¹.

Можно попытаться применить синергетическую модель LS-режима с обострением для объяснения инсайта — очень быстрого и неожиданного нахождения пути решения научной проблемы. Вблизи момента обострения изменения происходят только в узкой области вблизи центра структуры. Инсайт действительно означает инновационную кристаллизацию знания, а также прорыв в будущее. Кульминационный момент инсайта — озарение, или ага-переживание. Он выглядит как наиболее таинственный: в этот момент как будто происходит касание бесконечности. В математической модели имеется неограниченный рост функции вблизи обострения. Специалисты в области когнитивной психологии связывают природу инсайта именно с взрывным, сверхбыстрым и неустойчивым, характером протекающих при этом процессов. «Решение проблем посредством инсайта основывается на внезапных, катастрофических процессах реструктуризации»⁷².

Должно выполняться определенное условие для установления LS-режима в открытой нелинейной среде: нелинейный источник энергии должен работать гораздо более интенсивно, чем диссипативный, рассеивающий фактор. Огромная концентрация когнитивной активности служит предпосылкой, необходимым, но не достаточным, условием для вспышек инсайта. Творящий субъект должен максимально сконцентрировать свою собственную энергию.

В результате интенсивной ментальной активности сложная структура LS-режима, возможно с рядом различных максимумов интенсивности, может развиваться на поле сознания-подсознания. Такая структура становится нестабильной вблизи момента обострения и подвергается угрозе распада. Нарушение синхронизации между различными фрагментами сложной структуры (различными максимумами интенсивности процессов) может привести к разрыву взаимодействия между ними, к распаду сложной структуры на ряд независимо существующих фрагментов.

С точки зрения современной теории самоорганизованной критичности, разрабатываемой в Институте сложных адаптивных систем Санта Фе

⁷¹ Аббаев Н. В. Чань-буддизм и культурно-психологические традиции в средневековом Китае. С. 83.

⁷² Finke R. A., Ward T. B., Smith S. M. Creative Cognition. Theory, Research, and Applications. Cambridge (MA): The MIT Press, 1992. P. 147.

(США) всякая сложная организация хрупка, существует на краю хаоса. Следующий шаг ее усложнения и «улучшения» может привести к ее развалу. В этом смысле гении, оперирующие сложными структурами знания, возможно, балансируют между мудростью и безумием. Сложные когнитивные структуры эволюционируют к опасной грани хаоса.^{73а}

7.4.4. Иерархия сознания. Связь темпомиров

Синь — многозначное понятие, характеризующее весь комплекс, всю иерархическую систему «подсознание-сознание-надсознание (сверхсознание)». Такое толкование «синь» встречаем мы у Н. В. Абаева.

«Термин “синь”, — разъясняет он, — имеет в буддийской литературе очень широкий круг значений и переводится на европейский язык как “сердце” (его буквальное значение), “душа”, “разум”, “ум”, “дух”, “сознание”... “Синь” подразумевает как сознательное, так и подсознательное в психике человека, как эмоциональные, так и интеллектуальные процессы, и рассматривается как совокупность всех ментальных, психических способностей (не только “нормальных”, но и “паранормальных”)... Возвращаясь к переводу “синь” как “сознания”, необходимо помнить, что сюда включались надсознательные уровни. “Синь” — сознание понимается здесь как условие объединения всех психических функций»⁷³.

Психологи и когнитологи давно ставят проблему, как проникать в подсознание человека, как устанавливать с ним контакт. Можно ли намеренно, целенаправленно, по желанию выводить «куски» подсознания в сознание, проявлять их? Можно ли вести диалог с подсознанием? Функционирование сознания в ходе медитации, включающее в себя и режим стягивания в точку, вероятно, создает условия для такого диалога, для построения единой сложной и правильной структуры на чистом поле сознания. Как это перетолковать с точки зрения синергетики?

Сознание — это сложная иерархическая организация, объединяющая в себе уровни с разной долей хаоса и разные темпомиры. О соотношении хаоса и порядка на различных уровнях сознания можно предположить следующее. Мы знаем, что макроскопическая организация всегда поддерживается, питается хаосом на микроуровне, разумеется, хаосом не абсолютным, а относительным, детерминированным. Система сознания предстает перед нами как иерархия уровней или слоев. Подсознание выступает в качестве хаотической подложки для сознания. Далее (ниже подсознания) — опять нечто жесткое — рефлексy, первичные инстинкты человека, тянущие свою историю из всего живого и укорененные в нем (пищевой, половой, поисковой и другие инстинкты). Далее, в основе самих первичных инстинктов, быть может, опять лежит нечто хаотическое.

^{73а} См.: Подлазов А. В. Самоорганизованная критичность и анализ риска // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2001. Т. 9. № 1. С. 49–88.

⁷³ Абаев Н. В. Концепция «просветления» в «Махаяна-шрадхотпадашастре» // Психологические аспекты буддизма. Новосибирск, 1986. С. 43.

А сверхсознание (интуиция, озарение) — нечто пульсирующее, неустойчивое, хаотическое над сознанием, в котором много жесткого, упорядоченного, определенного, ясного.

Надо признать, однако, что пространственные представления могут применяться к сложной системе сознания лишь в метафорическом смысле. Подсознание, сознание и сверхсознание различаются, строго говоря, не по пространственным уровням расположения, а по интенсивности процессов, темпу жизни. Это — не иерархическая лестница, а ряд оторванных друг от друга, иногда пересекающихся, темпомиров. Подсознание — это, скорее всего, мир медленно текущих процессов. Это — мир прошлого, следы давно протекавших процессов, но не исчезнувшие полностью, а оставшиеся как слабый, малоосязаемый нами фон для разыгрывания процессов в сознании.

Мир сверхсознания — это, по всей вероятности, быстрый темпомир, мир быстрогорящий и способный к вспышкам. Мы видели, что начало медитации проходит в режиме «стягивания в точку», в LS-режиме с обострением, а это как раз режим сверхбыстро развивающихся процессов (на стадии приближения к моменту обострения). Структуры осознаваемого, вербализованного являются в таком случае только фоном для пульсации сверхсознания.

Но этот режим стягивания в точку труднодоступен для подавляющего большинства. Огромная часть мира построена и живет на квазистационарных стадиях развития процессов. Наш мир — это некий промежуточный темпомир, оторванный от мира быстрых процессов, олицетворяющих озарение, и нечувствительный к чрезвычайно медленно текущему миру подсознания. Поэтому возможную связь с подсознанием и сверхсознанием можно интерпретировать как «прободение» в подсознание и сверхсознание. Или, иначе говоря, это — *туннелирование в подсознание*.

О возможности «туннелирования» в иные миры говорит В. В. Налимов, хотя и в ином, семантическом контексте, в контексте многомерности смысловой архитектоники личности и мира, в котором она живет. «Тот поиск смыслов, который ведет личность, приводит ее к соприкосновению с предельной реальностью Мира. И, соприкоснувшись с границей, отделяющей нашу реальность от того, что нам представляется нереальным, человек может иногда воспользоваться тем, что физики называют “туннельным эффектом” и оказаться по ту сторону непосредственно непреодолимого барьера. Другое дело — как это возможно: в нашей книге {1982} есть глава, называемая “Как возможно соприкосновение с семантическим Ничто”»⁷⁴.

⁷⁴ Налимов В. В. Спонтанность сознания: Вероятностная теория смыслов и смысловая архитектура личности. М.: Прометей, 1989. С. 251. В. В. Налимов ссылается на книгу: *Nalimov V. V. Realms of the Unconscious: The Enchanted Frontier*. Philadelphia (PA), 1982.

Слабые «хвосты» быстрых процессов вне области их эффективной локализации создают условия для туннельного эффекта. Слабые «хвосты» или следы, — это способ связи структур разного возраста, если их области эффективной локализации не пересекаются. Сквозь них, сквозь этот тонкий мир, можно проникнуть из одной области эффективной локализации в другую.

Итак, если ставится задача объединения структур подсознания, сознания и сверхсознания в одну, единую структуру, то это означает, по сути дела, стремление объединить разновозрастные структуры: замедленный темпомир подсознания, обычно текущий мир сознания и быстро развивающийся, вспыхивающий и угасающий темпомир сверхсознания. А объединение такого рода структур может произойти только посредством установления единого темпа «горения», синхронизации развития процессов во всем комплексе сознания. Структуры появляются в одном темпомире, а не просто «всплывают» или «опускаются». Единый темп, а не единый уровень — вот что их может объединить.

Мы знаем, что на каком-то этапе, а именно в HS-режиме растекания, начинает продвигаться волна синхронизации и гармонизации процессов. Восстанавливаются связи с прошлым, со слабым и тонким миром, с подсознанием. Человек проникает в медленный темпомир, в мир детства, в свое детство или детство науки и культуры. Ибо человек несет в себе элементы не только онтогенетической памяти, но и памяти об историческом развитии человеческого рода. Сознание, осознаваемое — это ведь только «луч прожектора», который высвечивает, контролирует, держит в ясности лишь малую долю этого огромного груза прошлого, лишь «вершину айсберга», лишь ничтожную часть колоссального комплекса сознания.

Касание темпомиров может произойти и тогда, когда слабые-медленные процессы начинают разгораться, а интенсивно развивающиеся структуры, наоборот, растекаться, т. е. на противоположно направленных фазах развертывания процессов. Быстро развивающиеся структуры сверхсознания могут «подпитывать» медленные и тем самым способствовать созреванию самопроизвольного импульса подсознания для его выхода на поверхность сознания.

Отметим еще одну парадоксальную особенность опыта медитации. В результате успокоения ума и синхронизации процессов на поле мозга создается сверхсложная структура, отражающая сложность мира. Но вербализовать и передать этот опыт другим чрезвычайно сложно. Ведь чтобы транслировать эту структуру, ее нужно отразить на такую же сверхсложную основу, основу языка, образования, культуры, которой еще нет. А поэтому опыт медитации, просветления, остается сугубо индивидуальным, в принципе непередаваемым, быть может, даже социально бесполезным. У просветленного остается лишь общее ощущение, происходит перекристаллизация его личности.

7.4.5. Ритмы творческой активности

Согласно восточному мировоззрению, творчество и исполнение равно необходимы для мировой гармонии. Одно состояние невозможно без другого, они взаимосвязаны и взаимообусловлены. *Ян* представлено в китайской литературе как явное начало, описание поведения психологии героя словами. А *инь* выглядит как скрытое начало, косвенное описание героя, описание его характера через поступки. Согласно развиваемой нами синергетической модели, символу *ян* соответствует LS-режим, режим локализации, роста и структурирования, режим выведения на поверхность и вербализации потенциально существующего, созревшего в подсознании. А символу *инь* соответствует HS-режим охлаждения, растекания по старым следам, оживления процессов в подсознании, вызревания гипотез и идей.

«Творчество — это образы, создаваемые небом, а исполнение — это формы, обретаемые образом на земле»⁷⁵. По-видимому, это лишь иносказательное выражение идеала, правильных структур на поле сознания и реального проявления их в виде квазиструктур, эрзац-структур, всегда немного нечетких, искаженных. Но путь медитации — это кратчайший выход на идеально правильные структуры-аттракторы. Это — возможность слияния своего пути с путем Неба, дао, с путем богов.

Кроме обычного HS-режима с неограниченным по времени затуханием, возможен также HS-режим нарастания с обострением. Это — стадия спонтанного роста и самоусложнения структур. Это — подлинный автопоэзис мысли. Это — режим направленного морфогенеза на поле мозга и сознания. Это — стадия созревания догадки для последующей ее вербализации и логического оформления в ходе LS-режима. Центр структуры в этом режиме является индикатором картины будущего. Будущее становится центром истечения, установкой, определяющей развитие процессов. Ход процессов исходит из будущего и все больше продвигается в прошлое.

Творчество подвержено определенным ритмам. Прорыв в новое и быстрый прирост знания, взрыв творческой активности обычно следует за периодом задержки, «топтанья на месте», существенного замедления процессов. Тысячелетний опыт изучения творчества показывает, что необходима стадия релаксации на фоне интенсивной ментальной работы, переключения на иные формы активности или даже в режим сна. Поэтому бессмысленно торопить события. Пока не пройдена стадия HS-режима растекания по старым следам, оживления процессов в подсознании, созревания и вынашивания новых идей и гипотез, не будет стадии LS-режима, когда быстро вербализуется и формулируется что-то уже созревшее в подсознании. Пока не произошло погружения в замедленный мир подсознания, не будет активной и успешной работы сознания.

⁷⁵ Григорьева Т. П. Цит. соч. С. 64.

Подобные ритмы креативной работы замечательно описал К. Чуковский в своем дневнике: «Кстати, я высчитал, что свое “Федорино горе” я писал по три строчки в день, причем иной рабочий день отнимал у меня не меньше 7 часов. В 7 часов — три строчки. И за то спасибо. В сущности дело обстоит иначе. Вдруг раз в месяц выдается блаженный день, когда я легко и почти без помарок пишу пятьдесят строк — звонких, ловких, лаконичных стихов — вполне выражающих мое “жизнечувство”, “жизнебиение” [LS-режим с обострением. — Авт.] — и потом опять становлюсь бездарностью. Сижу, мараю, пишу дребедень и снова жду “наития”. Жду терпеливо день за днем, презирая себя и томясь, но не покидая пера. Исписываю чепухой страницу за страницей [HS-режим растекания и спада активности]. И снова через недели две — вдруг на основе этой чепухи и из этой чепухи — легко и шутя “выкомариваю” все»⁷⁶.

«Минута лени и неги» предшествует прыжку сознания в новое, ранее неведомое. И хотя В. Набоков говорит о необходимости такой задержки для процесса возникновения человеческого разума в ходе глобальной эволюции универсума, т. е. в онтологическом плане, это вполне можно отнести и к процессам рождения нового знания в индивидуальном творчестве. «Для того чтобы объяснить начальное цветение человеческого рассудка, мне кажется, следует предположить паузу в эволюции природы, животворную минуту лени и неги. Борьба за существование — какой вздор! Проклятие труда и битв ведет человека обратно к кабану... Мир был создан в день отдыха»⁷⁷.

Восток отличается тем, что в нем выработаны специальные методики целенаправленного, искусственного стимулирования определенных процессов, в том числе задержек, замедлений течения времени, попадания в иной темпомир. Одна из таких слитых с жизнью методик — чайная церемония. Как отмечает Т. П. Григорьева, «цель чайной церемонии или японских садов — освободить человека от ощущения пространства и времени (часы в чайной комнате — вещь немислимая), что позволяет как бы парить над бытием, проникать в невидимое»⁷⁸. Чайная церемония создает возможность сущственно замедлить процессы, попасть в иной темпомир, в котором время течет так медленно, что ничто заметно не меняется. Это символ возможного пути, на котором можно осуществить связь с прошлым, со следами далеких процессов, невидимых, неосязаемых для живущих в обычном темпомире.

Другой способ задержки и релаксации — сон. В нашей модели это HS-режим с охлаждением. В HS-режиме неограниченно разбегающейся волны человек своим центром касается абсолютного будущего (сон без сновидений в йоге). В центре структуры — будущее. А на периферии структуры появляется, возобновляется все более и более отделенное от нас

⁷⁶ Чуковский К. Дневник. 1901–1929 гг. М., 1997. С. 337.

⁷⁷ Набоков В. В. Другие берега // Дружба народов. 1988. № 5–6. С. 132.

⁷⁸ Григорьева Т. П. Цит. соч. С. 89.

прошрое. Процессы регрессии, возвратов к архаике в сновидениях описаны З. Фрейдом⁷⁹. Это совпадает с представлениями древних, что в некоторых особых состояниях человеческой психики может меняться направление стрелы времени. Сознание опускается в глубь прошлого или, согласно представлениям восточных мудрецов, восходит к Корню.

«Искупавшись в абсолюте» (абсолютное будущее в центре — это некая свeрхорганизация процессов как в «теле бога»), сознание становится способным изобрести гипотезу, которая встраивается в наличную проблемную ситуацию.

В процессе сна, как и в «минуты лени и неги», на поле сознания-подсознания может происходить HS-процесс направленного морфогенеза, могут всплывать догадки и гипотезы, которые затем, в ходе LS-режима, проявляются, подвергаются критике и строгой логической обработке.

В каких еще состояниях сознание может двигаться свободно? Когда сознание отпускается, открывая возможности для направленного морфогенеза? По-видимому, это может происходить также и в процессе подлинного общения, диалога, которые полностью увлекают человека, а также при восприятии произведений искусства, когда творящая личность всецело погружается в его мир.

7.4.6. Человек-прибор. Резонанс

Отметим еще одну любопытную особенность медитирующих состояний сознания. Посредством достижения состояния безмолвия человек может, как утверждают восточные учения, совершать переход от состояния человека-футляра, человека-клетки, человека-раба своих мыслей и своей культуры к свободному человеку. Может достигаться, как считают йоги, специфическое состояние человека-прибора, человека-чувствилища всей Вселенной.

Состояние человека, чувствительного к малым вибрациям Вселенной, а в пределе человека-резонатора, камертона всей Вселенной, соответствует состоянию озарения или провидения, когда человек угадывает некоторую объективную тенденцию или закон Вселенной. Но, как уже говорилось выше, йоги не в состоянии выразить этот опыт на суженном поле обычного сознания и языка.

На феноменологическом уровне это состояние выглядит как резонанс человека с миром. В супраментальной йоге Ауробиндо такое состояние изображается как возвращение «ментального эго... во всеобщий разум», как «мгновения какой-то чистой прозрачности или внезапного расцветания»⁸⁰. У даосов это — состояние «великого единения» (*датун*), единства с космическим целым, со всей «тьмой вещей» (*вань-у*)⁸¹.

⁷⁹ См.: Фрейд З. Введение в психоанализ: Лекции. М., 1989. С. 125–134.

⁸⁰ Сатпрем. Цит. соч. С. 100, 103.

⁸¹ Абаев Н. В. Чань-буддизм и культурно-психологические традиции в средневековом Китае. Новосибирск, 1986. С. 49.

Ритм человеческой субъективности, ритм глубинного внутреннего «Я» человека-творца попадает в унисон с ритмом вещей. Наибольшая субъективность человека-творца парадоксальным образом замыкается на наибольшую объективность результата. Углубляясь в себя, творческий ученый или художник, подобно медитирующему йогину, отождествляет себя с универсумом, каким-то его фрагментом. В йоге это буквальное физическое слияние, мы же говорим о некоем аналоге эмпатических переживаний в научном творчестве и о гносеологическом резонансе, о совпадении результатов человеческого творчества с объективным ходом процессов.

В состоянии резонанса с миром человеку-творцу остается только успевать записывать то, что говорит его сверхсознание, а, быть может, лучше сказать то, что говорит через, сквозь его телесную оболочку сам мир вещей. Не он пишет, а ему пишется. Не он говорит, а язык говорит через него. Мысли сами строятся. Человек же выступает в качестве носителя этих мыслей и слов. Мысли, по Ауробиндо, — это только эпифеномен космических вибраций, которые человек воспринимает. Не надо их изобретать, они сами входят в него. «Я не принуждал себя писать, — объясняет Ауробиндо ученику, — я просто предоставлял высшей Силе возможность работать... Я пишу в безмолвии разума и пишу лишь то, что приходит свыше, причем уже в законченной форме»⁸².

В этом состоянии мысли приходят в готовой форме. «Порою в нашем уме рождаются мысли в форме, уже такой отточенной, которую он никогда не смог бы придать им, сколько бы ни ухищрялся»⁸³, — говорит в одной из своих максим Ларошфуко.

Резонанс человека с миром в йогической медитации и в переживании озарения человеком-творцом имеет еще одну особенность. Открытие истине предстает как узнавание мира. А если прав Платон в своей мифе о пещере, то открытие есть даже воспоминание человеком мира. Ведь платоновский образ пещеры можно истолковать как аллегорию культурной замкнутости человека и возможности прорыва сквозь оболочку «своей» культуры в иные миры. Если же признать, что человек-творец черпает свои идеи, образы и мысли из сознания-сокровищницы, то возникновение симптома *déjà vu* вообще не удивительно.

Это можно рационально объяснить следующим образом. То, что долгое время потенциально и невербализованно «тлело» и вынашивалось в душе человека-творца, вдруг узнается и признается как именно это. Когда приходит понимание мира как своего мира, то здесь, несомненно, имеют место и резонанс, и узнавание. Интуиция предстает как пульсации сверхсознания над сознанием, которые развертывают, раскрывают перед человеком подлинное разноцветье и полифонию мира.

⁸² *Сампрем.* Цит. соч. С. 255.

⁸³ *Ларошфуко Фр. де.* Максимы / / Ларошфуко Фр. де. Максимы. Паскаль Б. Мысли. Лабрюйер Ж. де. Характеры. М., 1974. С. 44.

7.4.7. Опасность расщепления сознания

В результате йогической медитации на поле сознания-подсознания строится сложная структура. Путь медитации — это, как было показано (см. параграф 4.2.6), путь стремления LS-режима сходящейся волны к S-режиму, ($\beta \rightarrow \sigma + 1$), в результате чего число типов N структур нелинейной среды и их сложность

$$N \approx (\beta - \sigma) / (\beta - \sigma - 1)$$

резко возрастают. Но при этом максимумы простых структур, объединенных в сложную, сильно выражены по сравнению со средним, однородным по пространству (гомотермическим) решением. А стало быть, возникает опасность, что эти структуры перестанут взаимодействовать, превратятся в изолированные структуры S-режима. Сложная структура, построенная на иерархическом поле сознания, может распасться на ряд отдельных, изолированных сознаний.

Вспомним в связи с этим многократные предупреждения в восточных учениях, что медитацией можно заниматься только под руководством и наблюдением Учителя, Гуру, что опасно впервые проходить этот путь самостоятельно. Что стояло за этими предупреждениями? Не подразумевалась ли угроза распада сложной структуры на поле сознания? Не угроза ли расщепления сознания?

Многие исследователи креативных способностей личности действительно полагают, что гениальные люди часто имеют различные психические патологии, в том числе и шизофрению (*греч.* — буквально «раскалываю ум, рассудок»). Пытаются найти «ген шизофрении» у А. Эйнштейна. Приводят «целые списки гениев, страдавших душевными болезнями (Декарт, Паскаль, Ньютон, Фарадей, Дарвин; философы — Платон, Кант, Шопенгауэр, Эмерсон, Спенсер, Ницше, Джеймс и другие)»⁸⁴.

Не вдаваясь в подробности этих дискуссий, отметим несомненное. Гении демонстрируют некоторые черты мышления и поведения, подобные тем, которые есть у шизофреников. Гении ведут себя, как если бы (кантовский оборот *als ob*) они были шизофрениками.

Выше говорилось о том, что в основе творческой деятельности лежит внутренний диалог, диалог двух. Один продуцирует новые идеи, другой критикует, производит отбор, оформляет и представляет научному сообществу или культурному миру эти идеи. Один убежден в своей правоте, другой выражает глубокий скептицизм. Один верит и надеется, другой демонстрирует обреченность. Один устремлен в будущее, другой внемлет историческим традициям, устоявшемуся прошлому и т. д. Гениальный человек как будто имеет внутри своего разума нечто вроде гомункулуса или

⁸⁴ См. об этом: Гончаренко Н. В. Гений в искусстве и науке. М., 1991. С. 357.

ментального демона, подсматривающего за его собственными мыслями. Это существо типа демона, изобретенного Максвеллом, только действующее в данном случае на поле ментальности.

По крайней мере, мы можем сказать, что одна половина человеческого «Я» без другой, ей противоположной, несостоятельна. Если в гении живет лишь критик, то это может привести к личной трагедии. Вспомним судьбу Пауля Эренфеста. Если же критик отсутствует, то гений просто не сможет «встроиться» в культуру, преподнести свои результаты на суд общественности и канет в вечность.

7.4.8. Топология души

Итак, способы управления интуицией — это, во-первых, способы самоуправления, спонтанного саморазвертывания потока сознания, самоструктурирования образов и самоформления идей. Во-вторых, и это главное — это способы инициирования на поле сознания направленного морфогенеза, HS-режима с обострением, т. е. процесса самоусложнения, саморазвития и самодостраивания структур. В-третьих, необходимо полностью прояснить смысл термина «иницирование» интуиции. Дело в том, что эффективны слабые, но топологически правильные воздействия на психику и мозг. Важна симметрия, правильная конфигурация или «архитектура» этих воздействий.

Топологически правильно воздействуя на тело, человек одновременно воздействует на мозг, ибо психика и сома человека находятся во взаимной связи. Существует строго определенный набор поз — асан — в йоге и правил их практикования. Телесный импульс переводится всякий раз в особую рода психический импульс.

В. Леви рассказывает о своих практических наблюдениях, что сосредоточение на определенных точках тела и их симметричных комбинациях может сменить настроение и способствовать возникновению состояния расслабленности. А такое состояние является необходимым условием для продуктивной ментальной деятельности. «На психотерапевтических занятиях я заметил, что сосредоточение на некоторых сочетаниях точек — “геометрических фигурах” тела — может способствовать самовнушению определенных психических состояний. Объясняется это, видимо, тем, что каждое наше состояние представляет собой некий “рисунок” состояний мускулов, кожи, связок и т. д. При ощущении уверенности, например, мы произвольно расслабляем плечи, при решительном настроении слегка сжимаем кулаки и твердо ставим ноги, при успокоении меняют свою амплитуду движения грудной клетки, произвольное же внимание фиксирует все эти перемены в виде изменений представляемого в мозг “рисунка тела”»⁸⁵.

⁸⁵ Леви В. Искусство быть собой. М., 1973. С. 55–56.

Йоги в процессе сосредоточения уделяют особое внимание энергетически активным центрам — чакрам, — расположенным, как они утверждают, в основном вдоль позвоночника. Большое значение имеет техника дыхания, очищения тела, использования различных асан. Все это в комплексе приводит тело в состояние успокоения, являющееся базисным для занятий высшими сосредоточениями, медитацией. Не только в йоге, но и в любых других системах психического аскетизма можно натолкнуться на те или иные психосоматические аспекты. В каждой системе аскетизма фактически присутствует свой словарь поз, мимики, жестов.

Возможны также и более непосредственные стимуляции психической активности: через слово, особого рода заклинания, мантры или же через визуальные образы, симметричные картинки, специальные лабиринты для предварительных успокаивающих путешествий ума. Если все эти прямые или косвенные средства топологически правильно «укалывают» поле мозга и сознания человека, то могут реализовываться высшие состояния медитирующего сознания. Медитация означает кратчайший выход из ментальных лабиринтов. Это — кратчайший путь к озарению.

* * *

Творчество все соткано из парадоксов. Творчество само на каждом шагу творит парадоксы.

Самое хаотическое вначале дает в результате самое строгое и упорядоченное, достигается ясность. Необходима задержка, релаксация, чтобы прорваться к новому.

Творящий стирает старые следы, чтобы выйти из глубоких русел стереотипов мышления, и в то же время возвращается к старому, самому старому, к корню, к сокровищнице, чтобы открыть новое.

Наиболее личностное воплощение человеческого «Я», выражение самости творящего означает в то же время наиболее объективное, улавливание объективных тенденций, духа времени.

Самое личностное в творчестве состоит из «переваривания» чужих мыслей. «Нет ничего более личностного, более органичного, нежели питаться другими, — сталкивает нас с этим парадоксом творчества духа Поль Валери. — Но нужно их переваривать. Лев состоит из переваренной баранины». Внутренний огонь должен быть сильнее внешних влияний. Он должен «пережечь» чужие мысли.

Самое новое совпадает со старым, с забытыми традициями и/или со скрытыми установками творящего ума. Новое узнается как уже виденное.

Глава 8

ПРИКЛЮЧЕНИЯ КОЛЛЕКТИВНОГО РАЗУМА. ИСТОРИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ И КУЛЬТУРЫ В СИНЕРГЕТИЧЕСКОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ

Закон прогресса не свободен от затмений, от попятных движений и возвратов... В каждой цивилизации можно установить прогресс (переменный, хаотический, прерывистый, иногда стоящий на месте)...

Ромен Роман

Хаос ... окружает каждую точку культурного существования внутри самой культуры.

М. К. Мамардашвили

Наука в ее сегодняшнем состоянии с синергетической точки зрения видится как сложная, «разновозрастная» эволюционная структура. Некоторые элементы этой структуры символизируют прошлое, предрассудки, мифы, другие — будущее, которое, быть может, сегодня и не воспринимается большинством как будущее. Ведь нельзя не признать, что строящая наука, т. е. то, что остается в учебниках и преподносится в научных журналах и книгах, имеет под собой широкий хаотический базис — состояние бродящих умов ученых со всем их ретроградством и фантазерством, почитанием традиций и стремлением прервать их, начать свой автономный путь в науке и культуре.

Перед нами мириады умов в океане культуры. Как малые различия в индивидуальных когнитивных предпочтениях обуславливают становление новых когнитивных образцов, образцов мышления и действия? Как

все это разнообразие на уровне индивидуальных творческих устремлений выливается в относительно спокойное историческое течение науки?

Развитие науки, как и всякой сложноорганизованной системы, носит нелинейный характер. Нелинейность научного прогресса выражается, в частности, в многовариантности и альтернативности развития научного знания, неравномерности темпов научного прогресса, неизживаемости предрассудков и архаики сегодня. Именно этот круг проблем рассмотрим в данном разделе.

8.1. АЛЬТЕРНАТИВНОСТЬ И МНОВОВАРИАНТНОСТЬ РАЗВИТИЯ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ

*Я молюсь за то, чтобы различия умно-
жились, чтобы появилось столько же
форм мысли, сколько есть челове-
ческих существ... Вихри и водовороты
образуются лишь в живом потоке...
Лишь столкновение мыслей побужда-
ет мысль.*

Вивекананда

В качестве поля для научных инноваций плодотворны всяческие выражения «инакомыслия» в науке, отступления от господствующей научной парадигмы, «сумасшедшие идеи» в смысле Бора. Ибо подчас, лишь находясь на грани «безумия», можно открыть нечто принципиально новое. Это разномыслие ученых выливается на уровне научного сообщества в разнообразие школ и направлений, что является предпосылкой динамичного исторического развития науки.

Исследования многовариантности научного прогресса, конкуренции между различными научными традициями и направлениями, порой дополняющими друг друга, многочисленны. «История науки показывает, — пишут И. Т. Касавин и В. П. Филатов, — что начиная с античности существовали мощные и плодотворные научные традиции, каждая из которых время от времени выходила на передний план в длительном, иногда многовековом критическом диалоге, длившемся между ними. Таковы, например, платоновская и атомистическая традиции в физике, аристотелевская — в физике и биологии, птолемеевская — в астрономии, традиция Галена — в медицине. В постгалилеевском естествознании сложились три наиболее влиятельных традиции — картезианская, ньютоновская и лейбницанская. И все они оставили свой неизгладимый след в развитии науки XVII–XIX и даже XX века»¹.

¹ Касавин И. Т., Филатов В. П. Преемственность знания и научные революции в контексте познавательных традиций // Дialeктика. Познавание. Наука. М., 1988. С. 200.

Квантовая механика, как известно, возникла и оформилась в противоборстве различных подходов — копенгагенской версии Н. Бора и его единомышленников и классически ориентированного подхода Э. Шрёдингера. Относительно обособленно стоят работы П. Дирака по развитию математического аппарата квантовой механики — теории преобразований, а также квантового подхода к полю, положившего начало квантовой электродинамике. Противостояние между этими традициями в квантовой физике не теряет силу до сих пор.

В постборовский период оно выглядит как противостояние холистской методологии и аналитического (микроскопического) подхода, стремящегося преодолеть феноменологизм копенгагенской версии. Тогда как сторонники холизма убеждены в нередуцируемости субъект-объектного — «герменевтического» — фактора в исследовании квантово-механических ситуаций и в вероятностной природе Ψ -функции, сторонники аналитики ставят цель проникнуть сквозь эту «герменевтическую шубу» к объективной природе квантово-механических процессов, к истинной таковой микромира. Такие представления развиваются сторонниками теории «скрытых параметров» — Д. Бомом и его последователями.

Несколько обособленно стоит весьма своеобразная и набирающая ныне сторонников многомировая интерпретация квантовой механики (Эверетт)².

Кроме того, в настоящее время развиваются подходы, позволяющие совершенно иначе получить само уравнение Шрёдингера. Если применить синергетический (нелинейный) подход к анализу квантово-механических процессов, то отпадает необходимость постулировать квантовость. Сама нелинейность уравнения «квантует» задачу, поскольку нелинейное уравнение может иметь несколько решений, несколько собственных функций.

Исходя из глубокой аналогии собственных функций горения нелинейной среды на квазистационарной стадии с собственными функциями стационарной задачи Шрёдингера в центральном поле сил с кулоновским потенциалом, уже предпринята попытка вывести стационарное уравнение Шрёдингера из нелинейного уравнения теплопроводности, т. е. из классического диффузионного уравнения с источником. В результате по-другому получены те же собственные функции, что и в задаче Шрёдингера³.

Появляется возможность иным способом объяснить и принцип неопределенностей и статистическую природу Ψ -функции, а также выдвинуть гипотезу об объективной, а не приборной вероятности в квантовой механике.

Другой характерный пример — ситуация в астрофизике. И по сей день здесь сосуществуют две различные концепции объяснения эволюции

² См. об этом: Марков М. А. О трех интерпретациях квантовой механики. М., 1991. С. 101–109.

³ См.: Курдюмов С. П. Собственные функции горения нелинейной среды и конструктивные законы построения ее организации // Современные проблемы математической физики и вычислительной математики. М., 1982. С. 235–236.

звезд — динамический подход Я. Б. Зельдовича и его сторонников и более экстравагантная концепция В. А. Амбарцумяна о происхождении звезд из неких протообъектов.

Роль научных дискуссий и многовариантность научного прогресса хорошо просматриваются также и в тех ситуациях в истории науки, которые складывались при обсуждении законов сохранения — этих столпов, на которых держится здание естествознания. Известно, что Декарт в своих работах, по существу, умозрительно открыл закон сохранения количества движения в природе, сформулировав его как натурфилософский принцип. Поскольку эта идея Декарта была еще достаточно неопределенна, началась так называемая дискуссия о «живой силе» между последователями Декарта — картезианцами — и Лейбницем и его сторонниками. Речь шла о том, как измерить сохранение механического движения, какова мера движения: количество движения mv или «живая сила» mv^2 .

Стоит упомянуть здесь также дискуссию вокруг гипотезы Бора-Краммерса-Слэтера (1924) — гипотезы о статистическом характере закона сохранения энергии в процессах микромира. Само ее выдвижение было многоподходно обусловлено. С одной стороны, это была проблема объяснения экспериментально установленного непрерывного спектра (β -распада), разрешение которой привело в конечном счете к принятию гипотезы Паули о нейтрине. Об этой исторической ситуации уже шла речь в предыдущей главе. А с другой стороны, гипотеза Бора-Краммерса-Слэтера возникла как попытка разрешить внутренние трудности и противоречия становления квантово-механической теории, в первую очередь, трудности согласования гипотезы квантов Планка и классической электромагнитной теории Максвелла.

Примечательно, что, хотя эта гипотеза оказалась ложной и весьма быстро была отвергнута, дискуссия вокруг нее, и прежде всего диалог Бора и Паули, послужила мощным стимулом в формировании концептуальных основ квантовой механики, в частности, для построения ее матричной версии В. Гейзенбергом, М. Борном и П. Иорданом. «В истории физики, — отмечает М. Джеммер, — трудно найти другую такую теорию, которая была бы столь быстро опровергнута и все же оказалась столь важной для будущего развития физической мысли, как теория Бора, Краммерса и Слэтера. Теперь должно быть ясно, что эта важность была обусловлена не ее специфическим физическим содержанием, а ее радикально новым подходом»⁴. Выражаясь синергетическим языком, можно предположить, что эта гипотеза была бифуркационным, т. е. решающим в выборе направления дальнейшего пути, пунктом в развитии квантовой теории.

Далее множить примеры не имеет смысла. Важно, что всякое автономное научное направление (традиция или школа) уникально. Во всякой подлинной научной школе царит особый, самобытный дух. Он связан с огромным пластом неявного, непроектируемого знания и с пониманием

⁴ Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики. М., 1985. С. 187.

внутренних латентных тенденций, «следующих шагов» исследований. Эти знания новичок может почерпнуть, лишь погрузившись в среду этой школы на один-два года. Такого рода школы отчасти, насколько позволяет социальное окружение, двигаются в пространстве культуры по своим собственным законам. Отсюда вытекают их особые миссии в науке, да и в культуре в целом. А именно, должно быть осознание ответственности, что если данное специфическое исследование не будет проведено именно этой школой, то больше его никто, по крайней мере до определенной поры, не осуществит.

Как складывается такого рода слаженность, когерентность связей, означающая становление научной школы? Говорят, что здесь возникают кооперативные эффекты в поведении и мышлении. Г. Б. Жданов связывает их с наличием неформальных лидеров и научных семинаров, характеризующих специфический дух школы, а также с единством стиля деятельности, обеспечивающего максимальную творческую активность⁵.

Мы могли бы добавить к этому, что в процессе становления научных школ первоначально из индивидуальных, и даже отчасти случайных, предпочтений (в выборе предмета, метода, средств исследований) в результате положительных обратных связей в коллективе ученых вырастают специфические коллективные образцы (паттерны) восприятия, мышления и исследовательской деятельности. Немецкие ученые В. Крон и Г. Кюпперс говорят о становлении кооперативности в исследовательской группе благодаря рекурсивному взаимодействию между ее членами. «Рекурсия в социальной системе является недетерминистической. Это предвосхищение ожидания, которое управляет переходом от одного шага к другому, — приходят к заключению они. — Другой важный пункт, что рекурсия не означает линейную цепь действий, связанных друг с другом в определенном смысле. Рекурсия означает, что после некоторого периода времени действия становятся все более и более когерентными: свободный выбор, который характеризует рекурсивное взаимодействие вначале, становится все более и более фиксированным, и возникают некоторые рамки для поведения индивидов в группе. Эти рамки мы называем когнитивно-эмоциональной матрицей, поскольку она интегрирует верования, позиции и намерения исследовательской группы и обеспечивает правила коллективного поведения»⁶.

С такого же рода кооперативными, когерентными эффектами, по-видимому, связан и процесс принятия новой парадигмы научным сообществом.

С позиции синергетики научные революции можно истолковать как «точки бифуркации» развития науки⁷. Научные революции связаны с вы-

⁵ Жданов Г. Б. Стандарты, развитие и научные школы // Природа. 1989. № 10. С. 81.

⁶ Krohn W., Küppers G. Self-organization: A New Approach to Evolutionary Epistemology // Issues in Evolutionary Epistemology. N. Y., 1989. P. 161.

⁷ См. об этом: Степин В. С. Научные революции как «точки» бифуркации в развитии знания // Научные революции в динамике культуры. Минск, 1987. С. 38–76.

бором между альтернативами и с поворотом, коренным изменением в научной картине мира. В предреволюционный, критический период, как правило, происходит «размножение» научных направлений и школ, т. е. преобладают дивергентные тенденции. И именно это разнообразие подходов, концепций и интерпретаций как аналог хаоса в когнитивной области является конструктивным для выбора в точках бифуркации собственных устойчивых тенденций развития систем научного знания. Рост альтернативных научных школ перед революцией как бы заранее подготавливает системы научного знания к многовариантному будущему. После научной революции, в период «нормальной науки», напротив, идет формирование мощного парадигмального течения, т. е. начинают проявляться тенденции конвергенции.

8.2. НЕРАВНОМЕРНОСТЬ ТЕМПОВ НАУЧНОГО ПРОГРЕССА. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ

Революции — эти биения кармического сердца — идут ритмическими скачками и представляют непрерывную пульсацию катастроф и мировых переворотов.

М. Волошин

Нелинейность прогресса науки и культуры проявляется также в неравномерности его темпов. Периоды ускорения темпа развития во время научных революций, быстрого роста и ломки старых структур знания сменяются периодами относительной стабилизации.

В общем-то цикличность, «осциллирующие», «колебательные» режимы развития присущи всем сложноорганизованным образованиям универсума, всем сферам культуры, да и культуре в целом.

«Человек так устроен, что не может всегда идти вперед, — он то идет, то возвращается... Таков из века в век и путь человеческих выдумок»⁸. В культуре обнаруживают себя те же самые образцы поведения, что и в природе. А «природе свойственно неравномерное движение, *itus et reditus* [уход и возвращение (лат.)], она идет и возвращается, начинает бежать, почти останавливается, делает шаг, потом рывок и т. д.»⁹.

В поэзии происходит смена, чередование стилей романтизма и классицизма, в музыке — чередование доминирования тенденций синтетических и аналитических, в архитектуре роскошь и пышность, своего рода «излишества» стиля барокко сменяются строгостью и геометричностью

⁸ Паскаль Б. Мысли // Ларошфуко Фр. де. Максимумы. Паскаль Б. Мысли. Лабрюйер Ж. де. Характеры. М., 1974. С. 170.

⁹ Там же.

композиций зданий и скульптурных ансамблей стиля классицизма. Челюстные движения наблюдаются также и в естествознании, например, как будет показано далее, в физике. Духовно-психологический климат общества, а равно и интеллектуальный климат в научном сообществе изменяются волнами, циклично.

Вся культура как бы имеет свое собственное дыхание. Она то расцветает, то успокаивается, погружаясь в себя и возвращаясь к своим истокам. На гребне волны нам являются плеяды талантов и всплески культурных инноваций, разгорается, выходит на поверхность творческая активность. А в «спокойные» периоды подспудно зреют «заготовки» и среда для этих эпох «бури и натиска».

О подъемах и спадах в развитии культуры, о ее «жизненных ритмах» писал Н. А. Бердяев: «Во всякой культуре после расцвета, усложнения и уточнения, начинается иссякание творческих сил, удаление и угашение духа, убыль духа. Меняется все направление культуры. Она направляется к практическому осуществлению могущества, к практической организации жизни в стороны все большего ее расширения по поверхности земли. Цветение «наук и искусств», углубленность и утонченность мысли, высшие подьемы художественного творчества, созерцание святых и гениев — все это перестает ощущаться как подлинная, реальная «жизнь», все это уже не вдохновляет»¹⁰.

Изучая историю музыки с позиции системного подхода, О. Н. Данилова и В. П. Петров выявили «чередование (даже в рамках одного стиля, например, классицизма) аналитического и синтетического доминирования. Именно это чередование обуславливало специфическую окраску каждого из этапов музыкальной эволюции»¹¹.

Аналитичность произведения искусства, разъясняют они, обычно связывается с ролью рационального начала, т. е. рефлексии, вербализации, восприятия его «по частям». В музыке это проявляется в форме оптимизма, тембровой одноплановости, в строгости и логичности развертывания, в преобладании среднего и верхнего регистров. А под синтетичностью произведения понимается, напротив, нечленимость произведения, существенная роль конкретно-чувствительного начала, эмоций, образности, интуиции, неосознаваемости. В музыке это предстает в форме трагичности мироощущения, обилия тембров, полутонов и нюансов, в свободе формы и в спонтанном, импровизационном развертывании, в весомой роли нижнего регистра. Типичными представителями аналитического стиля в музыке были И. С. Бах и И. Ф. Стравинский, а синтетического — Г. Берлиоз и А. Н. Скрябин¹².

¹⁰ Бердяев Н. А. Воля к жизни и воля к культуре // Философская и социологическая мысль. 1989, № 11. С. 90.

¹¹ Данилова О. Н., Петров В. М. Периодические процессы в музыкальном творчестве // Природа. 1988. № 10. С. 57–58.

¹² Там же. С. 54–56.

Любопытно, что А. Эйнштейн назвал музыку Баха искусственной, изобретенной, а музыку Моцарта как бы царящей во Вселенной, т. е. созвучной природным ритмам.

Об этом пишет Б. Хофман в своем исследовании творчества А. Эйнштейна: «Выше всего он ставил естественность и простоту прекрасного. Моцарт был его идеалом. Когда кто-то сказал ему, что Бетховен более великий композитор, Эйнштейн с этим не согласился. Он сказал, что музыка Бетховена создана, а вот музыка Моцарта настолько совершенна, что кажется, будто она всегда существовала во Вселенной и ожидала прихода Мастера, который открыл бы ее»¹³. Стало быть, мироощущение Эйнштейна было сродни синтетическому началу, стремлению слиться с миром в минуты его «сна», «отдыха», подспудных течений, т. е. как мы бы сказали, в период HS-режима охлаждения и разбегающейся волны.

Согласно нашей модели, цикличности развития науки и культуры в целом соответствуют взаимные переключения противоположных по смыслу режимов LS и HS. Иначе говоря, происходит чередование волн схождения и расхождения, смена ян и инь.

«Одна эпоха проходит под знаком *инь*, а другая — под знаком *ян*... Их взаимопроникновение, взаимочередуемость позволяют сохранять целостность в большом и в малом — сохранять то, что более всего стремились сохранить восточно-азиатские мудрецы»¹⁴, — отмечает Т. П. Григорьева. *Ян*, или LS-режим сбегающейся волны, олицетворяет аналитические тенденции, тенденции к проявлению и актуализации, к росту, расчленению и развертыванию разнообразия, к эволюции. *Инь*, или HS-режим неограниченно разбегающейся волны, соответствует синтетическим тенденциям, тенденциям к потенциальности и невыраженности, к «замыванию», стиранию различий, к свертыванию разнообразия, к инволюции.

Что касается когнитивной эволюции, то LS-режим сопоставим в нашей модели с процессом бурного роста знания, развертывания и дифференциации его структур, с картиной процессов, протекающих в эпоху научной революции. Это — проявление, логическое оформление, выход «на поверхность», на уровень общественного признания тех гипотез, догадок и идей, которые вызрели, возникли в умах ученых до этой поры. В возникающих структурах знания появляются все более отдаленные участки будущего, связь с прошлым у центра (т. е. в научных школах, занимающих в это время лидирующее положение в научном сообществе) все более утрачивается.

Но структуры, достаточно развившиеся в ходе LS-режима, подходящего к обострению, неустойчивы к малым флуктуациям, имеют тенденцию к распаду, к деградации, к вырождению организации. Чтобы система научного знания сохранилась как таковая, чтобы не утратила своей целостности, вовремя — опять-таки за счет малых флуктуаций (малых разли-

¹³ Хофман Б. Альберт Эйнштейн: творец и бунтарь. М., 1983. С. 200.

¹⁴ Григорьева Т. П. Цит. соч. С. 118.

чий в позициях и идеях) — должно произойти переключение на иной, противоположный режим — HS-режим. Это — режим «растекания по старым следам».

HS-режим охлаждения, разбегающейся волны, означает уход в замедленный темпомир, темпомир прошлого. Появляется, возобновляется все более и более отдаленное прошлое. Это соответствует некоторым стадиям глубокого сна человека. На языке философии науки это означает оживление исторических традиций науки и культуры, обращение к сложившимся ранее элементам знания. Может происходить даже возврат к «детству» науки (культуры), к архаике, к магии слов, к мифологии.

В результате подключения мира науки (культуры) к замедленному миру прошлого темп развития науки (культуры) уменьшается. Наука должна приостановиться, задержаться, погрузиться в недеяние (у-вэй, как говорили древние китайцы), чтобы затем вернуться к бурной жизни.

Но уж в период «спокойного» развития науки могут происходить внутренние процессы HS-направленного морфогенеза, выдвижения гипотез и предложений, которые остаются до определенного времени в скрытом, неявном виде. Они не всплывают «на поверхность» науки и культуры, на уровень научного сообщества, ибо отсеиваются фильтром общепринятых и устоявшихся паттернов мышления и деятельности. Заготавливаются некоторые HS-гипотезы, которым еще не придана LS-ясность. Эти новые идеи не встроены еще в систему научного знания, ибо старые концептуальные рамки и старый научный контекст им не подходят (они могут вступать в прямое противоречие с ним), а новые еще не созданы.

Применяя свою модель структурной стабильности и морфогенеза к пониманию хода эволюционных процессов, в том числе и к эволюции образований культуры (например, языков), Р. Том называет эти невидимые влияния, или тенденции, чреватостью (*pregnancy*)¹⁵.

В истории науки и культуры имеются этапы «вынашивания» нового, созревания его во всей полноте смысла, содержания, во всей весомости. Но это новое остается до определенного времени в латентном виде. Научная революция ведет к слому старых «оков» и выходу на поверхность, логическому оформлению давно созревших структур знания.

Конечно, все вышесказанное есть некоторое модельное представление реальной эволюции структур знания. Нередко дело обстоит так, что не успевает развернуться одна тенденция, как на нее накладывается, ее опережает другая. «Динамика временной эволюции не является ни полностью «конвергентной», ни полностью «дивергентной»»¹⁶, — подчеркивает Р. Том. Реальное историческое течение научного знания не может быть на одних этапах чисто эволюционным, а на других — чисто инволюционным. На фиксированных исторических этапах наука не может быть обращенной только в будущее или только в прошлое, только стремиться к

¹⁵ *Thom R. Epistemology of Evolutionary Theories // Evolutionary Epistemology. A Multiparadigm Programme. Dordrecht: D. Reidel, 1987. P. 102.*

¹⁶ *Ibid. P. 100.*

строгости и проявлять скрытые, созревшие тенденции или же только уходить в потенциальное, вглубь к своим цивилизованным истокам.

«La vie n'a pas le temps d'attendre la rigueur»¹⁷, цитирует Рене Том стихотворение П. Валери. С одной стороны, относительное спокойствие в периоды развития знания в рамках сложившейся парадигмы может нарушаться чрезвычайно важными открытиями, о чем писала С. А. Яновская¹⁸. Они могут прорываться через прочные слои запретов парадигмального сознания. А с другой стороны, и в периоды научной революции с самого начала может быть достаточно ощутимой ориентация на исторические традиции науки и культуры. Может происходить во многом переоткрытие старого. Мы проиллюстрируем это далее анализом творческих исканий Н. Коперника и И. Кеплера в эпоху так называемой коперниканской революции.

8.3. НЕИЗЖИВАЕМОСТЬ ПРЕДРАССУДКОВ В НАУКЕ. ЗАБЛУЖДЕНИЯ КОЛЛЕКТИВНОГО РАЗУМА

Заблуждения — роскошь... Человечество дороже всего расплачивалось за свои истины, так как все они в то же время были заблуждениями in physiologicis.

Фр. Ницше

Представим теперь одно из наиболее удивительных следствий синергетического видения научного прогресса. Синергетика подсказывает нам, что необходимо изменить отношение к маргиналиям науки, «тупиковым» ветвям ее развития и даже архаическим элементам. Выше уже говорилось о буддийском образе сознания-сокровищницы. Аналогично можно предложить образ науки-сокровищницы, науки, в которой не исчезают, а остаются как неуничтожимый фон реликты ушедших в далекое прошлое эпох. Эти реликты продолжают жить в чрезвычайно медленно текущем темпоре, и поэтому кажутся полностью оторванными от нас. Поэтому с ними очень трудно установить связь.

Развитие всякой сложной системы нелинейно и необратимо. Некоторые возможности развития, кажется, безвозвратно теряются. При восхождении по древу жизни или древу познания остаются нереализованными иные, побочные, пути, которые тоже имеют свою ценность. Веер воз-

¹⁷ «У жизни нет времени ждать строгости» (см.: Thom R. Structural Stability and Morphogenesis: An Outline of a General Theory of Models. London, 1975. P. 159.)

¹⁸ Диалектика точного и неточного в современном научном познании (Материалы «круглого стола») // Вопросы философии. 1988. № 12. С. 4.

можностей и разнообразие путей не только разворачивается, но и свертывается. Все это относится и к процессу филогенетического становления человеческого рода, и к процессу онтогенетического развития человека, и к развитию науки как сферы культуры, и к поисковой деятельности творящего ума.

«В одной из лекций о Джнана-Йоге [рационалистической, или философской, Йоге] Вивекананда облекает концепцию Эволюции-Инволюции в поражающую, ошеломляющую форму: "Если мы развились из животных, то животные могут оказаться вырожденными людьми"... Я думаю, что ряд может повторяться в обе стороны»¹⁹. Дело даже не в фантастическом представимом обращении цепи эволюции, а в том, что при восхождении к человеку имеют место и тенденции деградации.

«Когнитивное окно» человека, по сравнению с «окном» животных, по некоторым параметрам сужается, а именно: по некоторым возможностям чувственного восприятия окружающего мира. Летучая мышь воспринимает гораздо более широкий спектр звуковых частот, чем ухо человека. Способности обоняния у собаки развиты гораздо выше, чем у человека, и т. д. Стало быть, в некотором, строго ограниченном смысле животные совершеннее людей, и люди выглядят как вырожденные животные.

Та же картина открывается перед нами, если обратиться к миру детства. Наивное состояние ребенка, смотрящего на мир открытыми глазами и принимающего все «за чистую монету», быть может, совершеннее (в смысле творческих способностей), чем состояние культурно и эмоционально замкнутого взрослого. А талантливые люди в науке и искусстве сохраняют некоторые черты детскости.

Специфика чувственного восприятия и мышления ребенка детерминирована свободным конструированием мира, свободным экспериментированием с окружающими предметами, ибо ребенок «открывает мир» для себя каждый раз заново. Мышление ребенка более свободно, так как оно еще не отягощено стереотипами массового сознания, а также огромным грузом знаний, нужных и ненужных. Оно свободно как раз в том смысле, что впитывает культуру как таковую в ее целостности, во всем спектре ее исторических традиций, а не в усеченных, профессионализированных и иных превращенных формах.

Анализ лепетного и словесного творчества ребенка, свободной игры звуками и словами родного языка также показывает, как много возможностей детства теряется к зрелому возрасту. Язык ребенка еще не ограничен фонемами родного языка. Ребенок открыт к восприятию и усвоению любых языковых и мыслительных культур. Некоторые авторы даже утверждают, что на начальном этапе (т. е. до года) дети «произносят все звуки всех имеющихся человеческих языков»²⁰. «Известно, что каждая стадия онтогенеза закрывает прежние степени свободы, — пишут в этой связи

¹⁹ Роллан Р. Собр. соч. Т. 20. М., 1936. С. 62.

²⁰ Бауэр Т. Психическое развитие младенца. М., 1985. С. 17.

Е. П. Велихов, В. П. Зинченко и В. А. Лекторский. — ...Примером может служить развитие фонематического слуха. Ухо младенца, если можно так выразиться, открыто для усвоения фонематического строя любого из 7000 языков, существующих на Земле. Однако очень скоро, по мере усвоения родного языка, створки закрываются, выделение фонем чужого языка становится трудной задачей (столь же трудной, как и освоение родного языка при длительном дефиците общения в раннем возрасте)²¹.

Все вышеуказанное дает основания для следующей трактовки, разумеется, с определенными оговорками и в строго очерченном смысле. Одномерные взрослые — это вырожденные дети. И призыв М. Волошина о том, чтобы вернуться к детству, совершенно справедлив, хотя и едва ли реализуем. Действительно, «ребенок — непризнанный гений среди буднично-серых людей».

Аналогично, современная строгая и институализированная наука во многом утрачивает степени свободы и специфический «аромат» архаических форм знания, науки в ее «детстве». Она «обрезает», не допускает в себя наивности, наглядности, сакральные элементы, мифы и прочую «роскошь» архаической науки. И это, конечно, имеет смысл. Парадоксально, однако, что сама современная наука довольно часто и плодотворно для себя обращается к своим глубоким корням, к архаике, к этой сокровищнице визуальных представлений и форм мысли и черпает из нее все новые и новые смыслы и образы.

Так, в современной физике, создавая единую теорию поля, пытаются объединить четыре фундаментальных взаимодействия, подобно тому как античные мудрецы стремились объединить четыре стихии (огонь, воду, воздух и землю) в одну универсальную субстанцию. Это сделал, скажем, Анаксимандр, введя нечто внеопытное — апейрон. Современные представления о вакууме, который «кишит» виртуальными частицами, из которого можно вырвать элементарную частицу мощным энергетическим импульсом (и она будет «жить» в нашем мире до аннигиляции), повторяют во многом древние представления о хаотической праседе-бездне, из которой появляются все элементы бытия и в которую погружаются вновь.

Строгая современная наука есть вырождение архаической науки, ее излишеств и замысловатостей. Но это утверждение, конечно, нужно понимать *cum grano salis*. Ясно, по крайней мере, что иногда может вставать задача, как связаться с архаическими элементами, с «детством» науки. Тогда приобретают смысл синергетические представления о том, что прошлое науки не исчезает полностью, а остается и в современной многоуровневой системе научного знания как почти неосоздаваемый нами, чрезвычайно медленно развивающийся, «тлеющий» мир.

Результаты современных исследований в области эволюционной эпистемологии идут — в данном случае — в одном русле с синергетическими

²¹ Велихов Е. П., Зинченко В. П., Лекторский В. А. Сознание: опыт междисциплинарного подхода // Вопросы философии. 1988. № 11. С. 17.

идеями. Эволюционная эпистемология свидетельствует о том, что пред-
рассудки классической науки и даже аристотелевского видения мира до-
вольно глубоко встроены в структуру человеческой личности. Они явля-
ются результатом эволюционно выработанного приспособления челове-
ка к своему ближайшему экологическому окружению.

Дело может даже доходить до таких курьезов, когда ученый муж, вла-
дея всеми новейшими теориями науки, начиная с теоретической механи-
ки и теории относительности и кончая синергетикой и компьютерной гра-
фикой, выйдя за стены своего офиса, интуитивно мыслит о движении тел
по-аристотелевски или о движении Солнца и планет по-птолемеевски. Он
бессознательно предполагает траектории движения в соответствии с уче-
нием Аристотеля. И это будет правильным описанием видимого движе-
ния тел с позиции земного наблюдателя и в условиях земной атмосферы,
т. е. с учетом трения и многочисленных побочных факторов.

По-видимому, даже в науке (не говоря уже о философии) трудно гово-
рить о ложности, полной неистинности теорий, длительное время суще-
ствовавших, но отброшенных в результате дальнейшего развития науч-
ного знания. Даже теории, которые, как принято считать, не имеют кор-
релята в объективной действительности, неправомерно рассматривать
как стопроцентно ложные.

Так, Птолемей в «Альмагесте» создал удивительно стройную систе-
му, которая довольно точно описывала видимое движение Солнца по не-
бесной сфере. У него даже были догадки об эллиптической форме наблю-
даемой нами траектории движения Солнца. Н. Коперник же в математи-
ческом плане даже пошел назад по сравнению с Птолемеем.

Как показывает Б. Коэн, Коперник атаковал систему Птолемея вовсе
не за то, что в ней движется Солнце, а не Земля, а за то, что Птолемей не
строго придерживался предписания, что все небесные движения должны
быть объяснены только посредством равномерного кругового движения
или комбинаций такого движения. «Что касается практической и вычис-
лительной астрономии, инновации, которые ввел Коперник, ... в некото-
рых случаях были даже ретроградными шагами»²². Коперник многократно
усложнил систему Птолемея, введя дополнительные эпициклы и даже
эпициклы на эпициклы (вторичные эпициклы), ибо строго следовал прин-
ципу равномерного кругового движения. А пункт о гелиоцентризме вовсе
не был центральным в его системе.

В соответствии с последующими интерпретациями и переинтерпре-
тациями философов и историков науки, Коперник рассматривается в ка-
честве революционера в науке. Но ряд исследователей истории науки схо-
дятся на том, что достижения Коперника могут считаться таковыми лишь
в совокупности с инновационными шагами Кеплера и Галилея.

Эволюционно-эпистемологический взгляд на историю познания по-
зволяет объяснить ряд фундаментальных «заблуждений» коллективного

²² *Cohen I. B. Revolutions in Science. Cambridge, 1985. P. 112, 123.*

человеческого разума в истории науки. Наиболее показательное из них — аристотелевское учение о движении. Сам факт, что физика Аристотеля была построена как строгая наука и практически безраздельно владела умами людей на протяжении едва ли не двух тысячелетий (вплоть до Нового времени), говорит о многом. Физика Аристотеля была подвергнута критике и существенно видоизменена французским философом эпохи средневековья Ж. Буриданом, и в соответствии с основным введенным им понятием получила название теории импетуса или вложенной силы. Тогда как, по Аристотелю, сила должна быть постоянно приложена к движущемуся телу, чтобы оно могло преодолевать сопротивление, которое оказывает его движению окружающая среда, то, согласно Буридону, сила-импетус придается телу в момент начала движения, в результате чего тело движется до тех пор, пока импетус полностью не исчерпается. С помощью нововведенного понятия Буридан успешно преодолел ряд затруднений физики Аристотеля. Он естественным образом объяснил такие непонятные с точки зрения учения Аристотеля, но очевидные факты, как движение оторвавшегося от телеги колеса, брошенного камня или выпущенной стрелы.

Оказывается, средневековые представления о движении, корнящиеся во многом в физике Аристотеля, интуитивно используются и современным человеком. Мы неосознанно мыслим по Буридону. И эти «заблуждения» не случайны. «Физика Аристотеля, а еще больше физика парижских номиналистов Буридана и Николая Орема, была, согласно Таннери и Дюгему, более близка к опыту здравого смысла, чем физика Галилея и Декарта»²³, — писал А. Койре в 1966 году. Человек и тысячелетия назад знал, что нагруженное судно даже вниз по реке не поплывет само собой, если его не будут тянуть бурлаки, и что телега не поедет без лошадей.

Для объяснения этих «заблуждений» коллективного разума в эволюционной эпистемологии вводится понятие «мезокосм». Мезокосм — это когнитивное окно, которое открывается перед человеком, обремененным своей биологической природой. Это — мир средних измерений, к которому адаптировался человек в ходе биологической эволюции. Мезокосм, согласно Г. Фолльмеру, — это «когнитивная ниша» человека. «Он соответствует миру средних размерностей и простирается от миллиметров до километров, от субъективного кванта времени (1/16 с) до годов, от граммов до тонн, от состояния покоя до скорости спринтера, от равномерного движения до ускорения спринтера, от точки замерзания до точки кипения воды и т. д.»²⁴.

²³ Койре А. Очерки истории философской мысли. М., 1985. С. 129.

²⁴ Vollmer G. Evolutionäre Erkenntnistheorie: Zur Natur menschlicher Erkenntnis // Handbuch zur Deutschen Nation. Bd. 3. Moderne Wissenschaft und Zukunftsperspektive. Tübingen; Zürich; Paris, 1988. S. 175. См. также сокращенный перевод Е. Н. Князевой этой статьи: Фолльмер Г. Эволюционная теория познания: К природе человеческого познания // Культура и развитие научного знания. М.: ИФАН СССР, 1991. С. 135–150.

Средневековое учение о движении, физика Бурида — это правильная физика, которую человек использует в мезокосме. Она составляет как бы «защитный пояс» личности, являясь результатом ее приспособления к соответствующей человеческой природе «когнитивной нише».

Именно к такому выводу приходит Г. Фолльмер в своих исследованиях. «Учение о движении позднего средневековья, теория импетуса, — это весьма хорошая формулировка физических представлений, которым мы интуитивно следуем; она есть поистине мезокосмическая физика, — приходит к заключению он. — Это — та физика, которую мы повседневно используем. Более того, она есть также та физика, которую носит в себе школьник до тех пор, пока он не получит основательное физическое образование. Он ни в коем случае не приступает непредубежденным и как *tabula rasa* к школьному обучению. Часть его представлений генетически обусловлена, дальнейшая часть сформирована впечатлениями обыденной жизни, а язык и воспитание добавляют новые предрассудки»²⁵.

С одной стороны, интуитивные представления о движении, соответствующие средневековой физике, есть именно предрассудки, т. е. они наличествуют в сознании человека до процесса обучения. Вооружившись современными теориями, человек может осознать наличие этих предрассудков и отвергать их на основе рациональных соображений.

Парадокс, однако, в том, что эти предрассудки практически неизживаемы, неустраняемы. Они довольно жестко встроены на определенный уровень человеческой личности как мезокосмического существа. «Посредством обучения, лучшего знания и рациональных аргументов они, хотя и могут быть признаны ошибочными, но не могут быть перестроены... Названные предсуждения как мезокосмические «убеждения» неисправимы. Иллюзии восприятия могут быть устранены только в редчайших случаях»²⁶.

Интуитивные представления о процессах движения не исчезают даже тогда, когда школьники усвоили, осознали законы движения Ньютона и Галилея как более правильные. Они остаются как неуничтожимый фон и после процесса обучения. Эти представления проявляют свою значимость, когда обучающийся выходит за стены физических и химических лабораторий, научных кафедр и становится обычным пешеходом, пассажиром, спортсменом и т. д. «Чаше всего предсуждения совершенно не осознаются школьником. Он не знает, почему ему так мало понятны некоторые научные положения ньютоновской физики; он не знает, что события окружающего мира он по-прежнему переживает и истолковывает мезокосмически; он не знает, что его интуитивное понимание физики мезокосмически «искривлено»»²⁷. Школьники могут даже встраивать эти интуитивные представления в усвоенную систему знаний.

²⁵ Vollmer G. Op. cit. S. 197.

²⁶ Ibid. S. 197, 200.

²⁷ Ibid. S. 200.

Можно гипотетически предположить, что образцы мышления классической науки — образцы линейного мышления — также эволюционно запрограммированы в человеке. Возможно, они занимают какой-то иной уровень (нишу) в структуре его личности. И этим можно попытаться объяснить трудность изживаемости схем линейного мышления сегодня.

Человеку гораздо естественнее, привычнее, и к тому же даже лично безопаснее, мыслить линейно. То есть мыслить о том, что история не имеет альтернатив (что к истории, как говорят, не применимо сослагательное наклонение), что вся картина настоящего (и будущего) определяется прошлым, что катастрофические, бифуркационные изменения маловероятны. Это привычнее, нежели допускать многовариантность прогресса, непросчитываемость неожиданного нового и в то же время самоструктурирование себя сейчас из будущего, в том числе в соответствии с будущей сверхорганизацией.

Психологическое стремление мыслить линейными схемами, схемами прямого, без отклонений и остановок, восхождения от низшего к высшему может быть объяснено позицией антропоцентризма. Если человек ставит самого себя в центр системы отсчета, трактует все со своей точки зрения, если он есть мера всех вещей, то такая позиция, естественно, включает в себя и идею последовательного и безвозвратного восхождения к человеку.

Еще Фрэнсис Бэкон продемонстрировал нам, что путь освобождения человеческого разума от мифов и предрассудков лежит через ясное осознание источников их происхождения. В соответствии с разным происхождением «заблуждений» человеческого разума, которое он называл идолами или призраками, он разделил их на четыре вида: идолы рода, пещеры, площади и театра²⁸.

Бэкон прав в том, что для свободного и продуктивного научного творчества необходимо избавиться от бытующих стереотипов мышления, мифов и предрассудков в науке. Говоря синергетическим языком, чтобы построить новую организацию на имеющемся поле элементов знания, чтобы значимо для научного сообщества переструктурировать проблемное поле, первоначально необходимо создать однородное поле разума, разрушить прежнюю организацию, стереть старые следы.

Но вместе с тем, если вовсе не иметь предсуждений, предрассудков, т. е. предварительно не иметь никакой когнитивной нагруженности, то можно смотреть, но не видеть, столкнуться с новым, но не открыть новое. Приключения человеческого разума, познающего природу в широком смысле этого слова, как раз начинаются с предсуждений, с предрассудков.

На самом деле, предрассудки в науке трудно изживаемы. Это относится и к тем предрассудкам, о которых говорил Фр. Бэкон, особенно если посмотреть на них современными глазами. Ученый может сознательно избавляться, отрешаться от них, а они могут проникать в него иным пу-

²⁸ Бэкон Ф. Сочинения: В 2-х т. 2-е изд. Т. 2. М., 1978. С. 18–19.

тем — спонтанно, через подсознание. через интуицию — и влиять на его научное исследование.

Во-первых, предрассудки в науке имеют общее гносеологическое происхождение. Они проистекают из сложностей субъект-объектного отношения. Предрассудки такого рода в определенном смысле совпадают с тем, что Бэкон понимал под идолами человеческого рода, ибо человек не может не примешивать к природе вещей свою природу.

Во-вторых, с названными гносеологическими сложностями связаны также и те предрассудки, которые Бэкон характеризует как идола площади. Их можно было бы назвать также идолами толпы. И хотя вопрос об истине в науке действительно не решается большинством голосов, в то же время истина как когерентное, как общезначимое имеет гораздо большее значение, чем мы, окутанные известными догмами, имели возможность до сих пор предполагать. Никто не знает доподлинно, что именно является крупницами абсолютно истинного в наличном океане научного знания. Поэтому всякий раз возникает необходимость не прямой проверки совпадения нашего знания с действительностью. Дополнительные аргументы в защиту когерентности истины дает сегодня эволюционная эпистемология. «Именно эволюционно-теоретически, как и нейробиологически, принимается сегодня, как вполне обосновываемый, тезис о функциональной когерентности нашего познания»²⁹.

В-третьих, предрассудки имеют мезокосмическое, и вообще эволюционное, происхождение, как свидетельствует об этом эволюционная эпистемология. Предрассудки — классики и доклассики — живут в современном человеке, ибо они мезокосмически запрограммированы. Согласно Ницше, они запрограммированы в самой физиологической природе человеческого существа.

Из-за своего мезокосмического происхождения они практически неизживаемы, неустранимы. Человек не может выпрыгнуть из своей мезокосмической природы, и продукты его интеллектуального труда носят печать этой его мезокосмической ограниченности. А в более широком плане — человек несет в себе следы глобальной, космической эволюции, в том числе и эволюции когнитивного аппарата человеческого рода и его продуктов.

Наука и так называемые мифы (предрассудки) всевозможного рода не разделены жестко демаркационными линиями. Живая наука, наличный менталитет научного сообщества, тысячами нитей связана с мифами. Несмотря на значительный прогресс современной науки по сравнению с гилонизмом, витализмом, телеологией и прочей архаической наивностью человеческого разума прошлых исторических эпох, нынешнее восхождение к постнеклассической науке неправомерно рассматривать как переход от утопии к науке, от мифа к логосу. Можно, пожалуй, заключить, что сама идея о полном освобождении от мифов в науке является мифом.

²⁹ Oeser E. Das Abenteuer der kollektiven Vernunft: Evolution und Involution der Wissenschaft. Berlin; Hamburg: Parey, 1988. S. 116.

8.4. ПРИРОДА ИННОВАЦИЙ

Самое лучшее в новом то, что отвечает «старому» устремлению.

П. Валери

Еще Фридрих Ницше говорил, что ни одно слово, обремененное историей, не может быть определено точно. К таковым, конечно, относится и понятие «нового». Оно имплицитно и тянет за собой ряд исторических протосмыслов, скрытых и явных, побочных смыслов (коннотаций), а ныне активно перетолковывается в связи с исследованиями проблем креативности. Понятие нового связано, кроме того, с одной из вечных философских проблем — проблемой развития — и попытками решить так называемый парадокс развития.

Новое как эмерджентное, невыводимое из наличного. Новое как проявление потенциально заложенного. Новое как воспоминание старого, уже виденного, как уже бывшее в иных формах. Новое как совпадение результата со скрытой установкой. Новое предстает самыми разными гранями в зависимости от контекста обсуждаемых проблем. Можно ли пробиться через все эти смысловые наслоения к некоему общепринятому керну?

В данном разделе книги мы будем рассматривать проблемы выхода нового на уровень научного сообщества. Представляется рациональным развести понятия открытия и инновации, что осуществляют, в частности, К. Файндлей и Ч. Ламсден. Открытие осуществляется на индивидуально-личностном уровне и становится научной инновацией, лишь когда получает определенное признание в научном сообществе. «Мы определяем открытие как продукт креативного процесса, — пишут Файндлей и Ламсден. — Таким образом, открытие может быть артикуляцией новой проблемы, решением предсуществующей проблемы, или и тем и другим. Мы не накладываем изначальных ограничений на критерии открытия, кроме тех, что оно должно удовлетворять новизне и соответствовать социокультурной метрике выбора... Инновация — это любое открытие, которое достигло некоторого уровня принятия в рассматриваемом обществе. Чтобы открытие квалифицировать как инновацию, оно должно быть транслировано, а стало быть, способно к трансляции»³⁰.

Вовсе не всем открытиям суждено стать научными инновациями. Многие открытия являются лишь открытиями для себя и «умирают» вместе с их творцом. Другие имеют ограниченный круг трансляции и изменяют локальную среду для дальнейшей поисковой деятельности. И лишь очень немногие открытия пробиваются на уровень общего течения собы-

³⁰ Findlay C. S., Lumsden Ch. J. The Creative Mind: Towards an Evolutionary Theory of Discovery and Innovation // Journal of Social and Biological Structures. Vol. 11. P. 10.

тий в науке и культуре или даже определяют становление нового когнитивного и культурного образца.

Какова природа инновации? И насколько открытие обусловлено культурно-историческим миром, в котором живет ученый, той средой, в которой он работает, традициями, которые очерчивают проблемное поле движения его мысли?

8.4.1. Новое как забытое старое

Когда ученый делает открытие, возобновляя исторические традиции, то это есть проявление цикличности в развитии науки, попятных движений, о которых уже говорилось выше.

Тот, кто обрезает свои корни, не может двигаться в будущее. Это особенно сильно осознавалось на Востоке, где почитание традиций возводится в один из основных принципов отношения к человеческому и природному миру. «Новое есть самое старое, и поэтому не следует бояться чего-то невозможного»³¹, — читаем мы в «Агни-йоге». И еще: «Нужно почувствовать все наслоения прошлого, прежде чем устремиться в будущее»³². На Востоке всегда считалось, что лишь тот может стать Учителем, кто способен узнавать новое, повторяя старое.

В Новое время произошло возрождение традиций атомистики, одного из центральных учений в философии и науке эпохи античности.

И. Кеплер сделал крупнейшие открытия в истории астрономии, и вместе с тем он был едва ли не самым последовательным пифагорейцем эпохи Нового времени. Можно было бы собрать целый том таких его рассуждений, которые показывали бы, насколько ненаучным было его мышление, насколько оно было наполнено мистикой чисел и правильных геометрических форм. И. Кеплер строго придерживался русла мировоззренческих традиций пифагорейцев и платоников. И законы естественного движения небесных тел открылись перед ним как музыкальная гармония правильных пропорций чисел.

«Модель Солнечной системы была изображена Кеплером в форме последовательности вложенных друг в друга политопов (Платоновых тел), — разбирает Э. М. Сороко ход построений Кеплера. — Диаметры описанных вокруг каждого из них концентрически расположенных сфер соответствовали, по его мнению, диаметрам планетных орбит. Последняя в истории культуры модель, завершающая двухтысячелетний период жизни античной парадигмы под названием «гармонии сфер», была лишь началом нового мучительного этапа поиска единства в многообразии — той сквозной связи, которой подчиняются части в целом, независимо от конкретной специфики последнего. Кеплер же, считавший, что в движении планет звучит ни на миг не смолкающая многоголосая музыка, восприни-

³¹ Врата в будущее. М., 1990. С. 326.

³² Там же. С. 347.

маемая разумом, а не слухом, был последним выдающимся пифагорейцем, но и столь же выдающимся ученым своего времени. Открытая им в конце жизни математическая пропорция, названная впоследствии третьим законом Кеплера, связывая периоды обращения планет Солнечной системы с большими полуосями орбит этих планет $T^2/L^3 = \text{const}$, содержит одно из центральных отношений пифагорейской музыкальной эстетики — «квинту»³³.

В качестве еще одного проявления такого рода челночных движений в естествознании можно рассматривать, по-видимому, представление об эфире. Гипотеза об эфире, как о некотором носителе природных свойств, сил и взаимодействий, присутствовала в физике XVII–XIX вв., но была отвергнута в связи с обсуждением отрицательных результатов опытов Майкельсона по измерению скорости света и с построением А. Эйнштейном специальной теории относительности (СТО). Представления об эфире, однако, в некоторой мере возрождаются и по сей день, в особенности в связи с развитием представлений о физическом вакууме.

Вспомним историю. Главенствующую роль в принципиальном отказе от гипотезы эфира сыграл А. Эйнштейн. Он, собственно, и начал свою статью «К электродинамике движущихся тел» (1905), в которой он заложил основы новой теории — СТО — с провозглашения отказа от гипотезы «светоносного эфира». Как он обосновывает, однако, этот отказ?

Можно ли эмпирически убедиться в существовании или несуществовании эфира? Для решения этого вопроса Эйнштейн обращается к истории науки, к анализу того, как эта гипотеза возникла в физике. Эйнштейн приходит к выводу, что в физике прошлого века эфир как некая невесомая субстанция или среда, по существу, был сконструирован, т. е. построена модель эфира (однородного и изотопного) как носителя электромагнитных взаимодействий. «Так как физикам XIX века, — писал Эйнштейн, — показалось бы полностью абсурдным приписывать самому пространству физические функции и состояния, то конструировалась среда, пронизывающая все пространство, эфир, согласно модели невесомой материи, которая, как представлялось, должна быть носителем электромагнитных и тем самым также световых процессов»³⁴.

Как показывает Эйнштейн, от Лоренца идет представление об эфире как лишенном, в противоположность весомай материи, всех физических свойств, кроме одного — неподвижности. А раз так, то убедиться эмпирически в существовании эфира невозможно. Он ненаблюдаем или, как говорит Эйнштейн, «чувственно не воспринимаем»³⁵.

Поскольку эфир не наблюдаем, то, как показывает Эйнштейн, существование эфира принимается или не принимается в физической теории,

³³ Сороко Э. М. Структурная гармония систем. Минск, 1984. С. 54.

³⁴ Einstein A. Mein Weltbild. Amsterdam, 1934. S. 235–236.

³⁵ Эйнштейн А. Эфир и теория относительности // Собр. научных трудов. Т. I. М., 1965. С. 687.

иначе говоря, постулируется или не постулируется. Почему же тогда гипотеза эфира не включается Эйнштейном в теорию относительности? «Гипотеза эфира не противоречит специальной теории относительности», — поясняет Эйнштейн. Но «с точки зрения специальной теории относительности гипотеза об эфире лишена содержания... Электромагнитное поле является первичной, ни к чему не сводимой реальностью, и поэтому совершенно излишне постулировать еще и существование однородного и изотропного эфира и представлять себе поле как состояние этого эфира»³⁶.

Эйнштейн, стало быть, отказывается от гипотезы эфира вовсе не по эмпирическим соображениям. Говоря о поле как о «первичной реальности», не нуждающейся ни в каком носителе — эфире, он, по существу, выступает не как чистый физик, а как мыслитель, исходящий из каких-то метанаучных оснований. За его рассуждениями просматривается философский подтекст. Эйнштейн говорит лишь о том, что гипотеза эфира излишня для построения новой теории, просто «лишена содержания» в рамках СТО, хотя и не противоречит последней. Действительно, по самым общим, философским, соображениям нельзя опровергнуть существование эфира. Гипотеза эфира как предположение о каком-то, еще неизвестном виде материи не противоречит философским положениям о видах и структуре материи. Вопрос о существовании (или не существовании) каких-либо конкретных видов материи — сфера компетенции не философа, а естествоиспытателя.

Современные представления о физическом вакууме содержат глубокие аналогии с давними представлениями об эфире как некоей субстанциональной подложке для проявления физических свойств, а также с еще более древними представлениями о некоей прасреде, на которой все процветает.

Заполняющий все метагалактическое пространство вакуум (низшее энергетическое состояние вещественной материи) — это, как отмечает Л. Г. Джахая, отнюдь не «пустота», не «чистое», «математическое», «абсолютное пространство». В известном смысле метагалактический вакуум напоминает «море Дирака» или «эйнштейновский континуум», наделенный физическими свойствами, или, наконец, «субквантовый уровень материи» Д. Бома и Ж.-П. Вижье³⁷. Ныне концепция эфира Дирака (эфир подобен здесь флуктуирующему вакууму, т. е. вакууму, наполненному виртуальными частицами) используется в некоторых физических теориях. Она, в частности, выступает физическим базисом для построения так называемой стохастической интерпретации квантовой механики³⁸.

³⁶ Эйнштейн А. Указ. соч. С. 686.

³⁷ Джахая Л. Исторические судьбы теории эфира в современной теории вакуума // Очерки истории естествознания и техники. Вып. 37. Киев, 1989. С. 14.

³⁸ Petroni N. C., Vigier J. P. Dirac's Aether in Relativistic Quantum Mechanics // Quantum, Space and Time — the Quest Continues. Cambridge, 1984. P. 512.

8.4.2. Новое как пересечение научных традиций

Еще Гельвеций писал о том, что новая идея появляется в результате сравнения двух вещей, которые еще не сравнивались. Замыкание традиций в новой точке, сравнение, аналогия, ассоциация, пересечение — механизм творческого процесса, приводящего к научным инновациям.

Новое рождается через случайность, а случайность, согласно одному из своих этимологических значений, раскрывается как совпадение, пересечение независимых причинных рядов (например, *coincidence* в английском языке).

Кстати, здесь намечается совпадение нашей позиции с положениями концепции креативности Файндлея и Ламсдена, отражающей, несомненно, некоторое интеллектуальное течение в западной философии науки. «Креативный процесс влечет за собой производство новой схемы (открытия), — заключают они. — ...Мы предполагаем, что эта новая схема (например, новая стратегия) не возникает *de novo*, а, скорее, выводится из установления новых связей между уже существующими элементами»³⁹.

Перенос моделей из одной области в другую, аналогия в науке тоже есть своего рода пересечение развиваемой ученым научной области (направления) с уже существующими в науке теориями, направлениями, традициями.

Электродинамика, например, строилась Фарадеем и Максвеллом при использовании таких модельных конструкций, как «силовые линии» электрического и магнитного полей, «трубки тока», «электрические флюиды», «проводящее вещество», которые возникли не без влияния классических механических представлений. Максвелл строил электродинамику по гидродинамической аналогии, представляя электромагнитные поля по аналогии с потоками, струями жидкости⁴⁰.

8.4.3. Новое как «мутация» культурных эстафет

Скорее всего, имеет место не просто пересечение научных традиций, а их спонтанное изменение, «мутация». Прервать или случайно, значимо для научного сообщества, изменить научную традицию легче, ворвавшись в нее со стороны. Именно поэтому часто в науке открытия делают представители смежных научных областей. Но спонтанные изменения традиций могут происходить на поле индивидуального сознания и благодаря сложному культурно-историческому миру ученого. С выходом на уровень научного сообщества открытие получает статус научной инновации. Это есть инновация как «мутация» культурных эстафет или научных тради-

³⁹ Findlay C. S., Lumsden Ch. J. Op. cit. P. 22.

⁴⁰ См. об этом: Степин В. С. Становление научной теории. Минск, 1976. С. 117.

ций. Теорию инноваций как пересечений культурных эстафет развивает М. А. Розов⁴¹.

Термин «мутация» мы употребляем здесь в метафорическом смысле, следуя различным версиям изложения эволюционной эпистемологии. Инновационный акт в науке понимается там по аналогии с процессами мутации в ходе биологической эволюции. «Среди социальных антропологов и теоретиков генно-культурной коэволюции существует преобладающая тенденция рассматривать инновации в качестве культурной аналогии генетических мутаций»⁴². Говоря же о научных традициях и культурных эстафетах, мы подчеркиваем роль цикличности в развитии науки, «растекания по старым следам», возобновления и переоткрытия прошлого.

В этом смысле продолжатели научных и мировоззренческих традиций могут открыть в учениях инициаторов этих традиций гораздо больше, чем осознавалось и вкладывалось в эти учения их творцами-родоначальниками. И. Кеплер мог быть более последовательным пифагорейцем и даже, если хотите, бóльшим Пифагором, чем сам Пифагор. Не тексты, а нотные тетради были его инструментом открытия музыки небесных сфер. Можно вообразить, что картезианцы могли более последовательно и более глубоко развивать физику и метафизику Декарта, чем сам Декарт. Сторонники современных модификаций учения об эфире могут быть более страстными защитниками существования эфира (конечно, они могут вкладывать в это понятие иные смыслы), чем ученые XIX века.

Последователи и продолжатели научных традиций продвигаются как бы все выше по «древу познания», проходя на этом пути — за счет случайностей, «мутаций» — ряд разветвлений. Инициированные родоначальниками научные традиции обретают собственную жизнь, они подвержены дальнейшим трансформациям и метаморфозам. Поэтому совершенно справедливым представляется замечание П. Валери: «Наши ученики и наши преемники открыли бы нам в тысячу раз больше истин, нежели наши учителя, если бы наше долголетие позволило бы нам увидеть их работы»⁴³.

Как происходят эти «мутации» культурных эстафет на поле индивидуального сознания? Для развития естественно-научных направлений часто эвристичными становятся мыслительные и мировоззренческие традиции, усвоенные учеными и составляющие часть их жизненного мира. Наиболее ярким примером этому является становление квантово-механических идей Н. Бора и имплицитное влияние на него экзистенциальной диалектики С. Киркегора.

Что, казалось бы, может быть более далеким друг от друга, чем утонченные эстетические и этические парадоксы С. Киркегора и гипотезы о

⁴¹ См.: Розов М. А. Методологические особенности гуманитарного познания // Проблемы гуманитарного познания. Новосибирск, 1986. С. 33–54.

⁴² Findlay C. S., Lumsden Ch. J. Op. cit. P. 6.

⁴³ Валери П. Об искусстве. М., 1976. С. 136.

микромире Н. Бора? Но, как это ни удивительно, между ними существует некоторая неявная корреляция, изоморфность логических схем мышления, образцов рассуждений.

Бор нигде в своих трудах не ссылается на Киркегора и его взгляды в качестве метафизического обоснования своих идей. Исследователями творчества Бора не были найдены такие ссылки ни в его научном, ни в эпистолярном наследии. Вместе с тем мало кто сомневается в том, что Киркегор повлиял на мировоззренческие ориентации Н. Бора. Вполне вероятно, что Бор в юности читал сочинения Киркегора, так как последний рассматривался датчанами как мастер датской прозы, и, в сущности, каждый образованный датчанин читал что-либо из работ Киркегора.

Влияния Киркегора на интеллектуальную культуру Нильса Бора осуществлялись главным образом опосредованно — через его семейное воспитание, через друга его семьи — Гарольда Хёффдинга, профессора философии Копенгагенского университета. Хёффдинг, сформированный еще в молодости на идеях С. Киркегора, был признанным толкователем и пропагандистом киркегоровских идей после смерти этого своеобразного мыслителя. Хёффдинг стал философским учителем Н. Бора, во-первых потому, что Нильс еще в детстве невольно начал прислушиваться к его беседам со своим отцом, Кристианом Бором, профессором физиологии. Во-вторых, став студентом университета, Нильс Бор прослушал там курс лекций Хёффдинга по истории философии. В-третьих, Н. Бор участвовал в дискуссиях философского клуба студентов Хёффдинга, так называемого кружка «Эклиптика».

Можно ли непосредственно соотносить какие-либо моменты экзистенциальной диалектики Киркегора и физические представления Бора? Скажем, «веру через абсурд», ситуации сомнения, выбора, отчаяния, «безусловное или/или», «бесконечную множественность», жизнь как «игру масок» Киркегора и боровские идеи дополнительности пространственно-временного и причинного описаний, волновых и корпускулярных свойств микроскопических объектов, ситуации точного определения измерительным прибором либо координаты, либо импульса движущейся микрочастицы? Это было бы слишком упрощенным и слишком огрубленным подходом к проблеме.

Сначала конкретный культурно-исторический опыт (в данном случае киркегоровский опыт представления экзистенциальных ситуаций выбора) возводится на уровень чистой диалектики мышления, откладывается как абстрактный мыслительный опыт, обретает самостоятельность, бытийственную отделенность от хронологически породивших его корней. И вместе с тем без этих корней, без опосредованной отнесенности к ним было бы невозможно реальное функционирование философских мыслительных структур, их «опредмечивание» в качественно ином мыслительном материале, чем тот первоначальный культурный фон, в который они были погружены.

Можно было бы привести немало высказываний Бора о дополнительной в квантовой механике и размышлений Киркегора о диалектике выбора или/или, находя изоморфность их логических структур. Ограничимся лишь наиболее характерными.

Бор следующим образом рассуждал о дополнительной корпускулярного и волнового описаний: «Мы стоим перед выбором: или следить за траекторией частицы, или же наблюдать интерференцию. Дополнительные явления протекают при взаимно исключающих друг друга экспериментальных условиях»⁴⁴.

Одно из наиболее характерных сочинений Киркегора, в котором разворачивается его экзистенциальная диалектика в ситуации выбора, — это его сочинение «Или/или». Повествование представляет собой пересечение ряда планов. Как правило, рассказ ведется от второго лица (может быть, это он сам, а может быть, и его близкий друг), просматриваются различные ситуации, как если бы главный герой стал другим человеком, идут постоянные эксперименты, проигрываются различные сценарии событий.

Фиксируя значение выбора в личной жизни, Киркегор говорит, что подлинная жизнь личности — в процессе выбора: «Выбор сам по себе является решающим для внутреннего содержания личности; с выбором она погружается в выбранное, а если она не выбирает, то увядает в истощении»⁴⁵. При этом важен не результат, а сам акт выбора: «Мое или/или обозначает ... не выбор между добром и злом, оно означает тот акт выбора, посредством которого выбирают добро и зло, или отбрасывают добро и зло»⁴⁶. Диалектика выбора такова: «Выбор происходит здесь, полагая следующие два диалектических направления: то, что выбирается, не здесь и возникает посредством выбора; то, что выбирается, здесь, иначе не было бы выбора»⁴⁷.

Истоки боровской концепции дополнительной в квантовой механике лежат, кроме того, в возникшем под влиянием отца юношеском интересе к загадкам психических явлений. При осмыслении идеи неопределенности Гейзенберга и формулировании своей концепции дополнительной Бор шел именно от психологии, от размышлений над парадоксами сознания и свободы воли человека. Он обнаружил глубокую аналогию между описанием психических и атомных явлений: в обоих случаях экспериментальное вмешательство непоправимо меняет ход изучаемого процесса. Речь идет о том, что с раннего юношеского возраста Бор начал осознавать сложность экзистенциальных ситуаций и их логического анализа, а последующее расширение сферы применения уже выдвинутой концеп-

⁴⁴ Бор Н. Избр. научные труды. Т. 2. М., 1971. С. 413.

⁴⁵ Kierkegaard S. Entweder/Oder. Gesammelte Werke. 2. und 3. Abt. Düsseldorf: Eugen Dietrichs Verlag, 1957. S. 174.

⁴⁶ Ibid. S. 180.

⁴⁷ Ibid. S. 229.

ции дополнительности на биологические и психические явления было в некотором роде возвратом к старому на новой основе.

Стало быть, экзистенциальные идеи Киркегора и физическое творчество Бора как отдаленные полюса «замыкаются» не только в сфере абстрактных мыслительных структур, но и на конкретной содержательной почве интересов Бора в раннем возрасте. Удивление перед открывшимися им парадоксами человеческого мышления и действия — вот что объединяло Бора и Киркегора.

На поле индивидуального сознания ученого могут встречаться и вести диалог и культуры, разорванные веками, и различные цивилизации, скажем, восточное и западное мировидение. Неожиданным, быть может даже экстраординарным, расходящимся с общепринятыми стандартами, является влияние древнеиндийской философии на рафинированно-рационалистические исследования австрийского физика Эрвина Шрёдингера. Есть основания предполагать, что именно полюсная противоположность западной и восточной культур — это та «разность потенциалов», которая дала инновационный всплеск в области квантовой механики. Эти мировоззренческие ориентации Шрёдингера опосредованно повлияли на становление совершенно иной ее версии — волновой механики.

Противостояние Шрёдингера ортодоксальной (копенгагенской) версии квантовой механики — матричной механике, разработанной В. Гейзенбергом, М. Борном и П. Иорданом, — и предпочтение полевому (т. е. континуальному), а не квантовому (дискретному) описанию явлений микромира было тем общим, что объединяло его с А. Эйнштейном. Он пытался достигнуть непрерывности и единства хотя бы на уровне математических моделей: ввел волновую функцию для описания состояния микрообъекта и построил для нее дифференциальное уравнение, получившее впоследствии его имя. Эта конструкция не была произвольной, а «работала» для описания явлений микромира, ибо собственные функции этого дифференциального уравнения характеризовали стационарные состояния электронов в атоме. Но в целом Шрёдингер возлагал меньшую надежду, чем Эйнштейн, на создание единой теории поля.

Вполне вероятно, что существовавшая связь между этой исследовательской программой Шрёдингера и некоторыми идеями древнеиндийской философии. Непрерывность волновой функции и непрерывность потока вселенских элементов — дхарм, — нет ли здесь некоторой отдаленной аналогии?

Б. Бертоtti цитирует в своей статье некоторые адресованные ему поздние письма Шрёдингера. В 50-х годах Шрёдингер писал: «Мое мировоззрение было сформировано Б. Спинозой и А. Шопенгауэром. У последнего я, вероятно, прочитал каждую строку. Но ни один из них не повлиял на меня так сильно, как Упанишады»⁴⁸. Б. Бертоtti характеризует мировоззренческую позицию Шрёдингера как рациональный мистицизм.

⁴⁸ Bertotti B. The Later Work of E. Schrödinger // Studies in History and Philosophy of Science. London, 1985. Vol. 16, N 2. P. 91–92.

Что же Шрёдингер заимствовал из древнеиндийской философии? «Загадка индивидуальных сознаний и их общности, — замечает Берто́тти, — привела его к позиции, характерной для индийской философии, которая является основанием классики Веданты: все индивидуальные умы — и, следовательно, все существующее — являются манифестацией единого ума, который охватывает все»⁴⁹. То единое, что лежит в основе всего, — это тьят, бестелесное начало, вечно находящееся в движении и бессмертное. Именно на него и ссылается Шрёдингер в одном из своих писем.

8.5. ФЕНОМЕН ИНЕРЦИИ ПАРАДИГМАЛЬНОГО СОЗНАНИЯ

*Всякое новое начинается как ересь
и кончается как ортодоксия.*

К. Лоренц

Процесс принятия новой научной парадигмы связан со своеобразными когерентными, кооперативными эффектами в науке, которые аналогичны синергетическим эффектам при формировании коллективного мнения в той или иной общественной группе. Но возникнув по общему согласию и как эффект свободного выбора каждого, парадигмальное знание, а также вытекающие из него коллективные паттерны мышления и деятельности, становятся теми «параметрами порядка», которые поработают каждого ученого-исследователя, и особенно тех, кто вступает в научную деятельность.

Представление о подчинении «параметрам порядка» (slaving principle), в частности и применительно к социуму, ввел Г. Хакен. При этом он проводит аналогию с процессом становления когерентного излучения в лазере в результате конкуренции коллективных мод (видов колебаний). «Социологи обычно возражают против термина “подчинение” применительно к социальному контексту, — отмечает Хакен. — Мое мнение противоположно. Я становлюсь все более и более убежденным, что несмотря на свою свободу, люди гораздо больше подчинены, чем они обычно отдадут себе в этом отчет»⁵⁰.

Парадокс индивидуальной свободы в предельно сжатой форме выразил Ж.-Ж. Руссо: «Человек рождается свободным, но повсюду он в око-

⁴⁹ Bertotti B. Op. cit. P. 91.

⁵⁰ Haken H. Can Synergetics Be of Use as Management Theory? // Self-organization and Management of Social Systems: Insights, Doubts, and Questions. Berlin, 1984. P. 37.

вах». То же самое можно сказать и о вступающем в науку ученом. Его творческая свобода может казаться ему неограниченной. Но он должен подчиняться образцам ведения научных исследований и принципам видения мира, общепринятым в научном сообществе. Он должен принять установленные в этом научном сообществе «правила игры». В противном случае он просто выпадет из научного сообщества, будет отторгнут им как человек «не от мира сего».

Наука, как и любая социальная система, весьма консервативна. Можно говорить, по-видимому, о феномене инерции парадигмального сознания в науке. Инерция — это своеобразный иммунитет науки как организма, как целостной системы. Это — стремление сохранить существующие структуры знания, направленность и схемы научно-исследовательской работы. Это означает также отторжение всего чуждого, несвойственного для организма науки.

Иммунитет парадигмального сознания играет и позитивную роль, так как защищает научную парадигму от размывающего и разъедающего хаоса, от разнообразия мнений непрофессиональных. Выдвигаются определенные требования ко всякому излагающему свою позицию: это строгость и логичность, определенный уровень знаний и культуры мышления. Как известно из синергетики, многие нелинейные открытые системы имеют некий порог восприятия малых флуктуаций и случайностей. Этот порог есть защита этой системы от хаоса. Низкий порог восприятия приводит к хаосу на макроуровне, к отсутствию упорядоченной макроскопической картины. Высокий порог означает сверхсинхронизацию, сверхупорядоченность системы, что приводит ее к стагнации.

Как определить этот оптимальный для парадигмального сознания порог восприятия вариаций во мнениях и позициях? Ясно, что синергизм знаний и мнений, характеризующий парадигмально умонастроение, может играть негативную роль. Всякое неукладывающееся в рамки парадигмы знание, в том числе и возникающие новые идеи и подходы, как правило, отвергаются научным сообществом как непроверенные и недоказанные. Новое воспринимается блюстителями чистоты парадигмального знания как непростительное инакомыслие, а иногда и как ересь.

Основатель направления эволюционной эпистемологии, известный более по своим удостоенным Нобелевской премии работам в области изучения поведения животных, этологии, Конрад Лоренц так охарактеризовал собственную эволюцию научных идей: «Всякое новое начинается как ересь и кончается как ортодоксия»⁵¹. Причем феномен инерции общепринятых в обществе норм и вкусов имеет место не только в науке, но и во всех областях культуры. И это было давно отмечено, скажем, А. Шопенгауэром: «Высшие произведения человеческого духа вначале подвергаются опале и пребывают в ней, пока не появятся высшие умы, на которые

⁵¹ Lorenz K. Behind the Mirror: A Search for a Natural History of Human Knowledge. London, 1977. P. 240.

эти творения рассчитаны, открывающие их ценность, которая, под эгидой их имен, прочно утверждается навсегда»⁵².

Ход развития и утверждения новых научных идей имеет и стадию инволюции — стадию собственной деградации и догматизации. По мере увеличения степени догматичности формы систематизации знания можно расположить в следующий ряд: учение — доктрина — догма. Становящееся учение, или теория, застывает, кристаллизуется в доктрину. А застывшая доктрина становится догмой, причем как с точки зрения содержательной стороны знания, так и с точки зрения его методологической стороны. Происходит очерствление метода, превращение его из органа мышления в канон. Догма — это стадия вырождения идеи. Канон — стадия вырождения метода.

«Открытие общего, — пишет об этом Н. С. Автономова, — выступая как постигнутое непостижимое, всегда нарушает некоторые каноны рациональности: любое крупное научное творение рождает свой канон, в том числе и совокупность правил для постижения аналогичных, подобных проблем... В этом смысле можно сказать, что мир пережил уже множество коперникианских или галилеевских “революций”, сопровождавшихся всякий раз систематизацией, а тем самым и догматизацией теории. Догматизация теории, в свою очередь, вела к канонизации метода. Таким образом, в истории науки и философии как закон повторяется превращение органона в канон. Но ведь, будучи взят в широком плане, этот закон есть не что иное, как закон превращения разума в рассудок»⁵³. Стало быть, инволюционные тенденции проявляются и в сужении свободно парящих и конструктивных свойств разума до пределов рассудка, следующего логически строгим канонам.

История науки дает нам немало свидетельств того, насколько консервативно и настороженно всегда было настроено научное сообщество по отношению к ученым-новаторам. Лишь личное убеждение, искренняя вера в свою правоту, мужество и терпение в отстаивании своих научных взглядов приводили со временем к признанию нового. Крупные ученые, как правило, демонстрировали умение противостоять инерционному течению парадигмального знания.

Вспомним, хотя бы, как долго, едва ли не полвека, пробивался Н. И. Лобачевский к утверждению и общественному признанию новой, неевклидовой геометрии. «Н. И. Лобачевский изложил принципы новой геометрии в докладе перед членами физико-математического факультета Казанского университета в феврале 1826 г. Однако этот доклад не был опубликован, и его содержание остается неизвестным»⁵⁴. И лишь более сорока лет спустя эти идеи стали признаваться и распространяться.

⁵² Шопенгауэр А. Афоризмы житейской мудрости. М., 1990. С. 100.

⁵³ Автономова Н. С. Диалектика рациональности: рассудок и разум // Диалектика. Познание. Наука. М., 1988. С. 227.

⁵⁴ Хейенорт Ж. ван. Ф. Энгельс и математика // Природа. 1991. № 8. С. 93.

Сначала, в течение четырех лет, Лобачевский публиковал свои результаты в журнале Казанского университета, но они не были замечены широким научным миром. «Вскоре Лобачевский приступил к публикации своих работ на французском и немецком для того, чтобы они были доступны ученым в Западной Европе. Между тем новые идеи до середины века почти не привлекали внимания»⁵⁵. Лишь к концу 50-х годов прошлого века Лобачевскому удастся опубликовать свою «Пангеометрию» в Казани на французском и немецком языках. И лишь «...к 1870 г. математический мир широко познакомился с неевклидовой геометрией и геометриями n -мерных пространств. В то же время некоторые дальновидные ученые начинают применять новые математические представления в других сферах науки»⁵⁶.

Показательна также ситуация, возникшая после опубликования в журнале «*Annalen der Physik*» А. Эйнштейном знаменитой статьи «К электродинамике движущихся тел», в которой он сформулировал принципы специальной теории относительности. Его сестра, Майя Эйнштейн, вспоминает: «Молодой ученый считал, что публикация в уважаемом журнале немедленно привлечет к себе внимание. Он ожидал значительного противодействия и суровой критики, но его постигло разочарование. Статья была встречена леденящим молчанием. В следующих номерах журнала она не упоминалась вовсе. Ученые решили занять выжидательную позицию. Спустя некоторое время после выход статьи в свет Альберт Эйнштейн получил письмо из Берлина. Автором его был известный профессор Планк, просивший разъяснить некоторые не совсем ясные для него вопросы. Это был первый признак того, что статью хоть кто-то заметил»⁵⁷.

Идея о существовании положительно заряженной частицы с массой электрона осенила П. Дирака в поисках интерпретации «отрицательного» решения волнового уравнения релятивистской квантовой механики (сентябрь 1925 г.). Это парадоксальное решение он не мог просто игнорировать, поскольку доверял тому, что говорит математика. Но «идея Дирака казалась настолько "безумной", что почти никто из физиков — а среди них были генераторы столь же невероятных гипотез и выводов — не поверил в ее реальность, пока не был пойман первый выходец из антимира»⁵⁸. А это случилось лишь спустя почти семь лет, 2 августа 1932 г.

Парадоксально, но и сам ученый-новатор нередко пронизан этим коллективным безумием, верой в правильность устоявшихся парадигмальных знаний. Цензор в таком случае сидит в самом ученом, является частью его собственного «Я». Это может приводить даже к личным научным трагедиям. Карл Гаусс, как известно, тоже размышлял над тем, что может

⁵⁵ Хейенорт Ж. ван. Указ. соч. С. 94.

⁵⁶ Там же.

⁵⁷ Цит. по: Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. М., 1989. С. 145–146.

⁵⁸ Зорич И. М. Человек, открывший антимир // Природа. 1991. № 3. С. 115.

следовать из факта отрицания основного постулата Евклида о параллельных, и практически одновременно с Н. И. Лобачевским развернул эти следствия в виде теории (хотя и не довел работу до конца). Однако он так и не решился отдать результаты своих изысканий в печать. То есть парадигмальный критик переборол в нем новатора.

Драматична и судьба М. Планка. Он выдвинул свою квантовую гипотезу (1900), но, будучи воспитан на идеалах и нормах классической науки, всю дальнейшую жизнь старался вписать, встроить ее в прежнюю, доквантовую картину мира. Сложность процесса ассимиляции новых научных принципов в научной среде выстрадала М. Планком и выражена потомкам следующим образом: «Обычно новые идеи побеждают не так, что их противников убеждают, и они признают свою неправоту, а большей частью так, что противники эти постепенно вымирают, а подрастающее поколение усваивает истину сразу»⁶⁰.

Планк указывает здесь на наиболее радикальный и жестокий путь освобождения от мифов и предрассудков прежнего парадигмального сознания и утверждения нового в науке — путь физического вымирания носителей старого мировоззрения. Как возможно встраивание нового в научную среду и какая среда этому благоприятствует, — этому посвящен следующий раздел.

8.6. УСЛОВИЯ «ВЫЖИВАНИЯ» НОВОГО В НАУКЕ

Никому не дано сказать, что окажется завтра живым или мертвым в литературе, в философии, в эстетике. Еще никому не ведомо, какие идеи и способы их выражения будут занесены в список утрат, какие новшества будут вынесены на свет.

Поль Валери, 1919

И вновь перед нами картина: островки индивидуальной ментальности в архипелаге культуры. Как выйти из этой затерянности во множестве и разнообразии и определить культурную волну? Ведь время неумолимо. Оно ведет безжалостный отбор, вычеркивает из разнообразия полученных научных результатов и произведений культуры все то, что оказывается не соответствующим господствующим нормам и идеалам научного знания, культурным предпочтениям и вкусам. Что выживет? Что пробьется? Что оставит след?

⁶⁰ Планк М. Избранные труды. М., 1975. С. 656–657.

Как свидетельствуют результаты американских исследований творчества, «при решении проблем 90% усилий тратится впустую: 50% времени уходит на попытки решения псевдопроблем, а 40% времени уходит на попытки решения их там, где они не могут быть найдены. Поэтому из афоризма “правильно поставленная проблема уже наполовину решена” ясно, как много времени ученым следует тратить на точное определение проблемы»⁶¹.

При таком множестве тщетных попыток и беспощадной конкуренции в мире науки и культуры, вероятно, не менее 90% ученых работают как будто бы зря. Они, в лучшем случае, лишь изменяют, трансформируют наличную научную или культурную среду, но не оставляют собственных следов в науке и культуре будущего.

8.6.1. Как ищущий дух может выразить «дух времени»?

Синергетическое мировидение, по-видимому, может способствовать прояснению весьма распространенных, но остающихся до сих пор смутными и расплывчатыми, культурологических клише, таких, как «идея витает в воздухе», «дух времени» или «духовная ситуация времени».

Как созревают инновации и как они «всплывают» на поверхность океана культуры, — над этими вопросами размышляет болгарский философ Г. Горнев: «Инновационные теоретические конструкции — это только последнее звено в длинной цепи причинно связанных метаморфоз — от неосознаваемых коллективных адаптивных реакций через метафорические “течения”, порожденные ими, к интуитивным тематическим соглашениям ученых и формальным научным теориям, мотивированным последними. Рассмотренный в этой перспективе “дух времени” начинает выражать социологически интеллигибельную реальность. Фактически он отражает коллективный опыт, который еще не приобрел вербальной определенности и который есть нечто подобное квинтэссенции общей человеческой адаптивной активности на протяжении отдельного исторического периода. Согласно самой его сущности, он ощущается интуитивно участниками социальных взаимодействий в ходе их экспрессивных обменов и играет роль эмбриона их креативного воображения»⁶².

В этой интерпретации «духа времени» просматриваются три момента.

Во-первых, неосознанность, интуитивность готовящихся, пробивающихся идей.

Во-вторых, имеют место синергетические, кооперативные эффекты при формировании общего настроения (это — в синхроническом плане).

⁶¹ Гончаренко Н. В. Гений в искусстве и науке. М.: Искусство, 1991. С. 221.

⁶² Gornev G. On the Possibilities for a Sociological Interpretation of the «Zeitgeist» // Struktur und Dynamik wissenschaftlicher Theorien. Frankfurt am Main, 1986. S. 46.

В-третьих, существует и историческая, диахроническая компонента: должно пройти определенное время, чтобы потенциальное проявилось.

Согласно синергетическому пониманию процессов развития, «дух времени» и иные подобные обороты можно истолковать как описание особого состояния научной среды, особого умонстроения научного сообщества — состояния неустойчивости. Неустойчивость означает высокую чувствительность научной среды к малым изменениям, подвижкам в решении научных проблем, к небольшим вариациям идей и подходов. Через неустойчивость осуществляется связь уровня индивидуального творчества и открытий на нем с уровнем научного сообщества и научными инновациями. В состоянии неустойчивости научной среды малые изменения могут привести к становлению нового научного или культурного образца. Такая научная среда рождает научные инновации.

Этот процесс был охарактеризован нами ранее в самом общем плане. Именно в состоянии неустойчивости открытой нелинейной среды малые флуктуации, случайности приводят к становлению новой макроскопической картины бытия. Вблизи момента обострения или вблизи бифуркации сказывается хаос на нижележащих уровнях бытия (для научного сообщества — разнообразие идей на уровне индивидов-творцов). Среда, находящаяся в состоянии неустойчивости, может с нелинейной положительной обратной связью, т. е. многократно, усилить эти малые возмущения, флуктуации и развернуть их в виде нового упорядоченного макросостояния.

«Часто приходится слышать, что та или иная идея «витает в воздухе». Есть ли у нас математический эквивалент такой ситуации? — задаются вопросом авторы. И отвечают на него. — Конечно, есть. Если $\beta > \sigma + 3$ [т. е. работа нелинейного источника в среде, иначе говоря, роль фактора, создающего неоднородности в нелинейной среде, гораздо больше, чем роль рассеивающего, размывающего неоднородности фактора], т. е. идея очень перспективна, то [нелинейное диффузионное] уравнение... имеет нелокализованное решение падающей амплитуды. Такое решение оказывается неустойчивым к малым возмущениям. Небольшая группа или даже один исследователь могут радикально изменить ситуацию: уровень понимания начинает расти, формируется новое научное направление»⁶³.

Конечно, ситуации, когда «идея витает в воздухе», и вытекающие отсюда параллельные научные открытия находят объяснения в иных концепциях философии науки. Сама логика развития исследовательских программ, или логика развертывания научных тем, подводит научное сообщество к определенным инновациям. Синергетика по-своему истолковывает эту ситуацию, раскрывая ее внутренние механизмы:

- Имеет место особое состояние менталитета научного сообщества, чувствительное даже к малым сдвигам в решении проблем.

⁶³ Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика — теория самоорганизации: Идеи, методы, перспективы. М., 1983. С. 24.

• Даже малые сдвиги способны разрастись и развернуться в новые коллективные когнитивные образцы — образцы знаний и методов исследовательской работы.

Предположение о существовании подобного рода механизмов высказывают Ч. Ламсден и Э. Уилсон в своей первой совместной книге «Гены, ум и культура. Козволюционный процесс». Они объясняют механизм трансляции эпигенетических правил в паттерны культуры. Под эпигенетическими правилами они понимают регулярности в процессе взаимодействия между генами и окружающей средой, канализирующие развитие не только физиологических, но и когнитивных черт поведения человека. Иными словами, речь идет о том, что малые различия в когнитивных предпочтениях индивидов могут привести (в результате усиления) к становлению нового культурного образца.

Ламсден и Уилсон рисуют картину рынка культурогенов (единиц культуры), в котором как бы по мановению «невидимой руки» (здесь аналогия с весьма распространенными концепциями экономического рынка) возникает порядок. Слепота механизмов рынка, по их мнению, снимается в механизме трансляции эпигенетических правил вверх, на социальный уровень, через процедуры статистической механики. «Относительно малые изменения в эпигенетических правилах могут вызвать глубокие изменения в вышележащих культурных образцах»⁶⁴, — делают они принципиальный вывод. Или, иначе: «даже малые склонности вести себя одним образом в предпочтении к другому имеют тенденцию экспоненциально разрастаться в сильно различающиеся культурные образцы»⁶⁵.

Механизм разрастания индивидуальных микроразличий в макроструктуры культуры вполне соответствует описываемому в синергетике механизму становления порядка через флуктуации. Только усиление, согласно рассматриваемой нами модели, происходит не по экспоненте, а более круто — в режиме с обострением («бесконечность» достигается за конечное время).

8.6.2. Феномен одновременных научных открытий. Идеи ищут люди

Ситуации, когда идея «витает в воздухе», выливаются в виде одновременных (или параллельных) открытий, примеры которых в истории науки неисчислимы. Вспомним спор о первенстве открытия математического анализа между Ньютоном и Лейбницем, одновременное построение неевклидовой геометрии Н. И. Лобачевским и Ф. Бойаи, параллельные результаты А. Эйнштейна, Х. Лоренца и А. Пуанкаре при создании специальной теории относительности (СТО).

⁶⁴ Lumsden Ch. J., Wilson Ed. O. Genes, Mind, and Culture: The Coevolutionary Process. Cambridge, 1981. P. 110.

⁶⁵ Ibid. P. 177.

Научная среда сама «готовит» и выдвигает своих героев, ибо в ее недрах полностью созрели к воплощению соответствующие открытия. Делом обстоит таким образом, будто не люди ищут идеи, а идеи ищут людей. Идея «витают в воздухе» и ждет, в какую голову ей «поселиться».

«Идея носится, так сказать, в воздухе, уносимая ветром из страны в страну, готовая оплодотворить каждый гений, способный ее воспринять и развить, подобная цветочной пыли, способной дать плод везде, где она встречается зрелую чашечку. В ходе своих исследований историк науки постоянно имеет возможность наблюдать это одновременное появление одного и того же учения в странах, далеких друг от друга, но независимо от того, как часто это происходит, он не может обдумывать его без удивления»⁶⁶, — описывает такие ситуации в науке П. Дюгем.

То, что говорил Н. К. Михайловский о созревании героев в толпе, вполне можно переинтерпретировать и применить к научному сообществу, выдвигающему ученых-новаторов. «Наш герой просто первый “ломает лед”, как говорят французы, делает тот решительный шаг, которого трепетно ждет толпа <...> Без сомнения, великие люди не с неба сваливаются на землю, а из земли растут к небесам. Их создает та же среда, которая выдвигает и толпу, только концентрируя и воплощая в них разрозненные бродящие в толпе силы, чувства, инстинкты, мысли, желания»⁶⁷. Правда, здесь необходима оговорка. Научное сообщество отнюдь не сразу трепетно воспринимает своих героев-новаторов. Оно, напротив, первоначально отвергает созданное ими. А позднее, действительно, принимает и упорно отстаивает новые парадигмальные образцы знания.

Имеет смысл всё-таки привести несколько примеров из истории науки. Говоря о физических и метафизических достижениях Декарта, А. Уайтхед отметил: «Без сомнения, Декарт сумел выразить в прозрачной и четкой форме идеи, которые уже витали в головах людей того времени»⁶⁸. Как мы бы сказали, ищущему духу Декарта удалось выразить в своих работах «дух времени».

Подробно анализируя ситуацию, возникшую в связи с созданием неевклидовой геометрии, известный историк науки М. Клайн приходит к выводу: «Слава создателей неевклидовой геометрии по праву принадлежит двум <...> математикам: Лобачевскому и Бойаи. В действительности их труды явились своего рода эпилогом в развитии идей, высказанных ранее другими учеными, но поскольку они опубликовали первые систематические изложения неевклидовой геометрии, именно они и признаны ее создателями»⁶⁹. Среди ученых, которые подготовили почву, научную среду для построений Лобачевского и венгерского ученого Фаркаша

⁶⁶ *Duhem P.* The Aim and Structure of Physical Theory. Princeton, 1991. P. 255.

⁶⁷ Михайловский Н. К. Герои и толпа // Вестник Московского университета. Сер. Философия. 1990. № 5. С. 70, 72.

⁶⁸ Уайтхед А. Н. Избранные работы по философии. М., 1990. С. 203.

⁶⁹ Клайн М. Математика: Поиск истины. М., 1988. С. 173.

Бойаи, Клайн называет И. Г. Ламберта (его работа, в которой признавалась возможность нарушения аксиомы Евклида о параллельных, была издана еще в конце XVIII в.), Г. Кёстлера (учителя Гаусса) и самого великого К. Гаусса.

Судьба Гаусса особенно примечательна. «Начиная с 1813 г. Гаусс разрабатывал свой вариант неевклидовой геометрии, которую он назвал сначала антиевклидовой, затем астральной и наконец неевклидовой геометрией...» Однако в 1829 г. в письмах он «признавался, что вряд ли когда-нибудь опубликует свои открытия в области неевклидовой геометрии из-за опасения насмешек, или, как выразился Гаусс, криков беотийцев (в переносном смысле — невежд)»⁷⁰.

Параллельные результаты при создании СТО — предмет многочисленных историко-научных трудов. Сложность возникшей тогда ситуации характеризует хотя бы то, что А. Пуанкаре упорно игнорировал результаты Эйнштейна, упоминал в своих лекциях только работы Лоренца, но не Эйнштейна, а если и допускал замечания в отношении последнего, то только незаслуженно критические. А. Пайс в связи с этим высказывает следующее предположение: «Не исключено, что А. Пуанкаре только пролистал статьи Эйнштейна и поспешно заключил, что все это ему уже известно и в них нет ничего нового. Такое случалось, и неоднократно»⁷¹.

Пример параллельно сделанного фундаментального открытия дает нам и совсем недавняя история физики. А. Салам, физик-теоретик пакистанского происхождения, прослушал курс лекций по теоретической физике П. Дирака, что способствовало росту его интересов к фундаментальным физическим проблемам. В конце 50-х годов он поставил проблему объединения электромагнитного и слабого взаимодействий. В 1968 г. он нашел ее теоретическое решение и построил единую теорию слабых и электромагнитных взаимодействий, основанную на принципе калибровочной инвариантности. Одновременно (1967), но независимо от Салама к такому же решению пришел американский физик-теоретик С. Вайнберг. Поразительно, что в один и тот же, 1973 год Вайнберг и Садам независимо друг от друга выдвинули теоретическую гипотезу о существовании новых элементарных частиц — глюонов. Дополнительный и автономный вклад в эту теорию внес еще один американский физик, Ш. Глэшоу. За создание новой теории все трое получили в 1979 г. Нобелевскую премию.

Такой синхронизм выдвижения гипотез и теоретических моделей нельзя объяснить иначе: эти идеи «витали в воздухе». Все трое правильно уловили дух времени, царящий в теоретической физике, подхватили и развили направленность теоретических исканий в научной среде.

Важно знать научную среду и чувствовать ее скрытые тенденции, нанести надлежащий «укол» (т. е. малое, но топологически правильное воздействие) своим научным результатом. Тогда это воздействие вызовет

⁷⁰ Клайн М. Цит. соч. С. 172–173.

⁷¹ Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. М., 1989. С. 165.

целостное самоускоряющееся течение на уровне научного сообщества. Может быть, не сразу, но со временем, через десятилетия, обязательно развернутся широкие следствия такого рода резонансного воздействия.

Итак, научная среда выдвигает ученых-новаторов. А последние формируют, создают среду, в свою очередь, обратно на нее влияют, определяя дальнейшие тенденции развития науки.

Духовная ситуация времени рождает таланты, а последние придают этой ситуации особый «аромат». XIX век — в Германии, а также и в России, демонстрирует нам плеяды талантов. Нельзя не привести здесь слова Н. А. Бердяева: «Высший подъем и высшее цветение культуры мы видим в Германии конца XVIII и начала XIX века, когда Германия стала прославленной страной “поэтов и философов”». Трудно встретить эпоху, в которой была бы осуществлена такая воля к гениальности. На протяжении нескольких десятилетий мир увидел Лессинга и Гердера, Гёте и Шиллера, Канта и Фихте, Гегеля и Шеллинга, Шлейермахера и Шопенгауэра, Новалиса и всех романтиков. Последующие эпохи с завистью будут вспоминать об этой великой эпохе»⁷².

Эпоха делает таланты, а таланты определяют эпоху. Этот эффект синергизма есть следствие определенных состояний неустойчивости (или чреватости) и латентных тенденций развития науки и культуры. И этот эффект объясняет феномен появления целых плеяд талантов в некоторые исторические эпохи. А цикличность развития науки и культуры, о которой говорилось выше, делает рождение плеяд талантов периодическим, т. е. приводит к «пульсациям» талантливости.

8.6.3. Экология знания.

«Встраивание» индивида в культуру

Итак, творец может прорываться на уровень научного сообщества, оказывать влияние на картину целого, на общее течение какой-либо сферы науки или ее более узкой подобласти, на тип научной рациональности и на научную картину мира. Творец может определить становление нового паттерна в науке и культуре. Как возможно гармоничное включение человека-творца или научной школы в науку и культуру?

Даже самое напряженное творчество не может реализоваться, если нет той среды, которая благоприятствует или, по крайней мере, не препятствует этому творчеству. Но абсолютно податливых и пластичных сред не существует. Даже природные, естественные среды не являются абсолютно гибкими, восприимчивыми к любым воздействиям на них. Даже эти среды имеют внутренние тенденции, собственные «влечения» и «предпочтения» по отношению к некоторым состояниям.

⁷² Бердяев Н. А. Воля к жизни и воля к культуре. С. 89.

И тем более нет абсолютно податливых социальных сред, в которых творят ученые. Среда науки и культуры весьма инерционна, консервативна, иммунна, невосприимчива по отношению к инновациям. Каждый вторгающийся в мир науки ученый испытывает парадигмальное инерционное давление, давление уже заполненных «когнитивных ниш», причем заполненных наличными, далеко не совершенными знаниями и культурой мышления. В результате могут деформироваться, искажаться вновь возникающие «когнитивные ниши».

Совершенное творчество неосуществимо, ибо нет абсолютно благоприятных сред для его реализации. Чтобы «встроиться» в науку и культуру, ученый должен резонансно возбудить, угадать скрытые тенденции развития науки, созревшие в ее недрах, но еще не вербализованные идеи и модели. Если же он не попадает точно в резонанс (а это обычно и имеет место), то он вынужден постепенно, асимптотически, приближаться к выведению на поверхность этих неявных тенденций и идей. А здесь уже играют роль время, терпение и упорство ученого, его направленные усилия.

Эти идеи начинают развиваться в новом, зарождающемся направлении — экологии знания. Мы могли бы сослаться здесь на статью Ежи Войцеховского «Эволюция знания о знании с точки зрения экологии знания». «Среди основных фактов, которые должна принять для своего рассмотрения экология знания, — множественность и разнообразие существующих и культурно детерминированных конструкторов знания»⁷³, — пишет автор. Одно из фундаментальных положений — это то, что «всякий акт знания производит следствия, которые выходят за пределы этого акта»⁷⁴.

Развивая далее эти идеи, можно сказать, что всякий когнитивный акт и его продукт — знание — (если стремится получить и получает какой-то общественный отклик) переструктурирует свое окружение, трансформирует, перекристаллизует связи в научной среде. Он видоизменяет ближайшую или более отдаленную «архитектуру» этой среды. Иначе говоря, всякий ученый, прорываясь своим результатом на уровень общего течения науки и культуры (или ее узкой сферы), изменяет «орнамент» этой среды. Он изменяет сетку связей, тянущихся от затрагиваемого им элемента знания к другим элементам системы знания. Значит, чтобы резонансно «встроиться» в научную среду, нужно учитывать ее собственную топологию и конфигурацию.

Всякое исследовательское сознание и производимое им знание должно попасть в определенную локальную среду. Только тогда оно будет успешно развиваться. Всякий элемент знания должен находиться на своем месте, иначе будет ощущаться «диспозиционная неустроенность» или

⁷³ Wojciechowski J. A. Evolution of the Knowledge of Knowledge from the Perspective of Ecology of Knowledge // Issues in Evolutionary Epistemology. N. Y., 1989. P. 298.

⁷⁴ Ibid. P. 300.

давление места. Именно такой вывод можно сделать из уроков географии, которые преподносит нам Б. Б. Родоман. «Для многих объектов можно найти оптимальную точку, где они могли бы лучше всего функционировать, — говорит он. — Если объект не находится в точке своего территориального оптимума, то можно допустить, что на него действует сила, названная давлением места, или позиционным давлением»⁷⁵. Как отмечает Родоман, это весьма близко к той теории движения, которую развивал Аристотель.

Несколько иначе дело обстоит с научными школами. Научная школа — это сложная иерархическая структура, причем структура разновозрастная (в ней присутствуют и учителя, иногда и учителя учителей, и ученики, и вступающие в науку новички). Встраиваясь в научную среду, школа видоизменяет и перестраивает гораздо больше связей в этой среде, чем творец-индивид. Отсюда ее большая устойчивость. Уничтожить научную школу — значит уничтожить все ее возрастные уровни, когда она уже теряет возможности для самодостраивания.

Известно, что если по каким-либо причинам разрушается лесное экологическое сообщество, то полный цикл восстановления растительности занимает около 200 лет. Сначала возникают травы, потом кустарники, лиственные деревья, хвойные деревья (ель, сосна) и замыкает восстанавливающееся сообщество кедр (а в южных широтах — бук). А сколько нужно времени, чтобы восстановились полностью уничтоженные, репрессированные у нас психологическая, генетическая и подобные научные школы? Каков цикл полного саморазвития и самовозобновления иерархически организованных экологических сред (структур) знания?

* * *

В заключение этой главы можно сделать некоторые выводы о подходах к управлению развитием научного знания.

Главная проблема, по-видимому, состоит в том, как управлять, не управляя, т. е. обеспечить не управляемое (извне), а самоуправляемое развитие. Суть дела не в насильственной переделке структур знания, «когнитивных ниш», создаваемых по чьему-либо желанию и усмотрению, пусть даже и благодетельствующему, а в том, чтобы дать простор для самоорганизации, чтобы развивающееся знание само выходило на идеальные структуры, структуры-аттракторы.

Синергетическое видение когнитивного мира приводит к пониманию роли правильных, резонансных воздействий для ускорения развития, для выбора кратчайших путей к новому знанию и в индивидуальном творчестве, и поисковых устремлениях коллективного разума. Здесь необходимо знание топологии и «архитектуры» научного знания, структурирова-

⁷⁵ Родоман Б. Б. Уроки географии // Вопросы философии. 1990. № 4. С. 38.

ния «когнитивных ниш», но это знание только начинает развиваться. Заметим, что речь идет о сложной пространственно-временной организации знания, в том числе и о связи различных темпомиров.

Всякая сложноорганизованная система демонстрирует тенденции к единству, к становлению гармонического соединения частей в целое, причем частей иерархически организованных, разновозрастных, имеющих разный темп эволюции. В самых разных областях науки наблюдается сейчас активный поиск путей к единству, к синтезу: к единству фундаментальных физических взаимодействий и выражению их в единой теории, к единству различных наук, в том числе естественных и гуманитарных, к единству науки и искусства. Любопытно, однако, что сама установка на единение была довольно четко выражена уже в заключительном гимне Ригведы — «Гимне единения», — в этой самой древней из четырех Вед.

Синергетика дает образ науки как живой сложноорганизованной целостности, как состояния творящих умов ученых во всем их многообразии. Она включает в себя и парадигмально мыслящих и инакомыслящих, и рационалистов и безрассудных эстетов, и горящие креативные умы, и холодных критиков-логицистов. Это разномыслие и разноголосие создает плодотворную основу для развития систем научного знания.

Синергетика предлагает также образ поля ветвящихся путей развития научного знания и путешествий коллективного разума по этому полю. Каждый моментальный синхронический срез этого поля потенциально и имплицитно содержит в себе все прошлое (так называемые тупики, маргиналии, предрассудки и архаику) и все будущее науки.

Сообразно синергетическим законам создания фрактальных узоров и философским принципам членения мира на монадные целостности, всякий когнитивный акт стягивает в себе элементы всей истории науки, несет в себе природу науки в целом. В этом смысле акт научного творчества может в определенных условиях «перетряхивать до дна всю шкатулку научного знания», разворачивать и одновременно свертывать в себе историческое течение науки. Блуждая по лабиринтам научного мышления, ученый-творец совершает когнитивную робинзонаду, как бы начиная и повторяя все сначала.

Глава 9

СИНЕРГЕТИКА ОБРАЗОВАНИЯ

Обучение есть специфическая модификация уже существующих паттернов поведения в направлении той задачи, которую предстоит решить.

Скотт Келсо

Главный признак таланта — это когда человек знает, что он хочет.

П. Л. Капица

9.1. ПОЧЕМУ СИНЕРГЕТИКА ИМЕЕТ ОСОБОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ?

9.1.1. Междисциплинарность синергетики

Новое направление научных исследований — синергетика — имеет особый статус. Она междисциплинарна, ибо ориентирована на то, чтобы выявить законы самоорганизации и коэволюции сложных систем любой природы, независимо от конкретной природы составляющих их элементов. Этим определяется прежде всего специфическая роль синергетики в системе образования.

Синергетические исследовательские программы в последнее время выходят далеко за пределы естественно-научного знания, тех областей математической физики, физики лазеров, физики плазмы и физической химии, в которых были разработаны базовые синергетические модели. Синергетика плодотворно применяется к исследованию человека, человеческой культуры и общества, в таких областях, как нейробиология и нейроиммунология, когнитивная психология и психология восприятия, психиатрия и психотерапия, различные области медицины, экономика и социология, науковедение и культурология.

Наряду с термином «междисциплинарность» для характеристики научных направлений, подобных нелинейной динамике сложных систем, или синергетике, часто используются также термины «полидисциплинарность» и «трансдисциплинарность». Эти три понятия близки друг к другу, хотя и имеют некоторые отличия.

«Междисциплинарность» означает, прежде всего, кооперацию различных научных областей, циркуляцию общих понятий для понимания некоторого явления. «Полидисциплинарность» является характеристикой такого исследования, когда какой-либо феномен или объект (планета Земля, человек и т. д.) изучается одновременно и с разных сторон несколькими научными дисциплинами. «Трансдисциплинарность» характеризует такие исследования, которые идут «через», «сквозь» дисциплинарные границы, выходят «за пределы» конкретных дисциплин. Трансдисциплинарные исследования характеризуются *переносом когнитивных схем* из одной дисциплинарной области в другую, разработкой *совместных проектов исследования*. Последний термин используется главным образом французскими научными центрами по исследованию сложных самоорганизующихся систем и сложного мышления, в первую очередь Центром трансдисциплинарных исследований (социология, антропология, история), возглавляемом Э. Мореном и Н. Лапьер. Разводя эти понятия, целесообразнее говорить о *полидисциплинарных исследовательских полях*, *междисциплинарных исследованиях* и *трансдисциплинарных стратегиях исследования*.

Любопытно рассуждение по этому поводу Э. Морена, который несколько заостряет различие между близкими понятиями «междисциплинарность» и «трансдисциплинарность»: «Междисциплинарность может означать только и просто то, что различные дисциплины садятся за общий стол, подобно тому, как различные нации собираются в ООН исключительно для того, чтобы заявить о своих собственных национальных правах и своем суверенитете по отношению к посягательствам соседа. Но междисциплинарность может стремиться также к обмену и кооперации, в результате чего междисциплинарность может становиться чем-то органическим... Что касается трансдисциплинарности, здесь часто идет речь о когнитивных схемах, которые могут переходить из одних дисциплин в другие, иногда настолько резко, что дисциплины погружаются в состояние транса. Фактически, именно интер-, поли- и трансдисциплинарные комплексы работают и играют плодотворную роль в истории науки; стоит запомнить те ключевые понятия, которые здесь привлекаются, а именно кооперацию, точнее говоря, соединение или взаимосвязь или, выражаясь еще более точно, совместный проект»¹.

Необходимо, чтобы каждая научная дисциплина, входящая в поли- и трансдисциплинарный комплекс, была одновременно и открыта, и замк-

¹ *Morin E. La tête bien faite: Repenser la réforme ↔ Réformer la pensée. Paris: Editions du Seuil, 1999. P. 136.*

нута. Открыта по отношению к новым когнитивным схемам, переносимым из смежных и более отдаленных научных дисциплин и имеющим для нее эвристическую значимость; готова к кооперации с другими научными дисциплинами, к реализации совместных исследовательских проектов. Замкнута, ибо она должна стремиться сохранить своей специфический предмет и ракурс исследования, развивать свои прогрессивные и наиболее продвинутые исследовательские методы и стратегии.

Надо экологизировать «дисциплины», т. е. рассматривать их в широком контексте, включая культурные и социальные условия, всегда учитывать среду, в которой они возникают, разворачивают постановки исследовательских проблем, теряют гибкость и затвердевают или, напротив, быстро прогрессируют, постоянно самообновляясь.

9.1.2. Синтетическая функция синергетики

Благодаря своей междисциплинарности синергетика ведет к новому конструктивному диалогу между специалистами в различных научных дисциплинах. Синергетика делает шаги в направлении синтеза естественно-научных и гуманитарных наук.

Синтетическая функция синергетики не ограничивается наведением мостов между науками о природе и науками о человеке и культуре. На базе синергетического видения мира стоит исследовать следующие направления возможного синтеза:

- ♦ восточное (холистическое, синтетическое) и западное (аналитическое) видение мира;
- ♦ основания науки (строгие модели, математические теоремы, физические механизмы явлений) и их приложения (включая наиболее отдаленные приложения синергетики к социальным и человекомерным системам);
- ♦ дескриптивные и нормативные аспекты науки, знания и ценности, «единицы информации» и ценность этой информации для человеческой активности, например, описание спектров структур-аттракторов, путей эволюции сложных систем и возможностей человеческого выбора, связанного с определенными ценностями, предпочтениями человека;
- ♦ наука (новая наука о сложности, нелинейности и хаосе) и культура, искусство, философия; синергетические знания и образы культуры, в том числе философские идеи, резонирующие с синергетикой; строгие модели эволюции и средства визуальной репрезентации паттернов эволюции и самоорганизации сложных систем.

9.1.3. Синергетика как стратегия исследования

Синергетическое знание, будучи обращенным к решению новых научных проблем, становится методом поисковой деятельности. Речь идет о трансдисциплинарном переносе разработанных в синергетике моделей, паттернов знания. Синергетика выполняет эвристическую функцию в на-

учном познании. Если установлены общие закономерности самоорганизации и нелинейного синтеза сложных систем и формообразований природы, то на основе этого знания можно строить ожидания и прогнозы о характере протекания процессов структурообразования и эволюции структур в исследуемых областях природной и человеческой реальности.

Природа когнитивных схем трансдисциплинарного переноса знания нуждается в особом анализе. Здесь же стоит подчеркнуть только, что когнитивные схемы избирательны, на их основе происходит отбор поступающей информации. Как отмечает когнитивный психолог У. Найссер, когнитивная схема — это «не только план, но и исполнитель плана. Это структура *действия*, равно как и структура *для* действия... Если прибегнуть к генетическим аналогиям, схема в любой данный момент напоминает скорее *генотип*, чем *фенотип*»². Речь идет о том, что в когнитивной схеме заложена внутренняя программа действия, она имманентно присуща воспринимающему, мыслящему и действующему организму, хотя модифицируется опытом.

Декарт, освободитель чистого духа, впервые ввел идею метода как порядка в разворачивании наших мыслей. Синергетика, взятая как метод, становится инструментом поисковой деятельности. Она может подсказать, как сделать в исследовании следующий шаг. Она есть *savoir faire* исследователя.

Синергетика выходит далеко за пределы узко специальных применений общих теоретических моделей сложного поведения. Осуществляется переход от синергетики процессов в плазме к синергетическому осмыслению социальной реальности, когнитивной и творческой деятельности человека, к синергетике жизни. Там, где пока недоступна математизация, синергетика применяется в качественном виде. В таком случае она выступает как феноменологическая синергетика.

9.1.4. Связь синергетики с будущим

Синергетика имеет футурологическое измерение. Синергетическая теория может быть использована как новый методологический базис для исследования будущего, для глобального моделирования и построения сценариев развития³.

Существует и иная сторона связи синергетики с будущим. Будущее общества во многом определяется системой образования и воспитания подрастающего поколения. Образование, построенное на принципах синергетики, наиболее эффективно и отвечает потребностям всесторонне-

² Найссер У. Познание и реальность: Смысл и принципы когнитивной психологии. М.: Прогресс, 1981. С. 75.

³ См.: Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего. М.: Наука, 1997.

го раскрытия способностей личности и способам непрерывного самообразования.

9.1.5. Синергетика как метод и содержание образования

Таким образом, роль синергетики в образовании двояка. Речь может идти о синергетических подходах к образованию, синергетических способах организации процесса обучения и воспитания, а также об образовании через синергетику, путем передачи и распространения синергетических знаний. В первом случае синергетика выступает как метод образования, а во втором — как его содержание.

9.2. СИНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАЗОВАНИЯ

9.2.1. Самообразование

Самоорганизация — одно из ключевых понятий синергетики. В аспекте образования это означает самообразование.

Лучшее управление — это самоуправление. Еще даосисты говорили, что хорош тот правитель, который управляет как можно меньше. Переформулируя эту мудрость Востока, можно сказать, что хорош тот учитель, который учит, вернее поучает, как можно меньше. Главное — не передача знаний (всего передать невозможно!), но овладение способами пополнения знаний и быстрой ориентации в разветвленной системе знания, способами самообразования. А в передаче этого know how может помочь учитель.

9.2.2. Нелинейный диалог

Парадигма самоорганизации, или синергетическая парадигма, влечет за собой новый диалог человека с природой. Она приводит также к новому диалогу человека с самим собой и с другими людьми. Нелинейная ситуация, ситуация бифуркации путей эволюции или состояние неустойчивости нелинейной среды, ее чувствительности к малым воздействиям, связана с неопределенностью и возможностью выбора. Осуществляя выбор дальнейшего пути, субъект ориентируется на один из собственных путей эволюции сложной системы, с которой он имеет дело, а также на свои ценностные предпочтения. Он выбирает наиболее благоприятный для себя путь, который в то же время является одним из спектра путей, определяемых внутренними свойствами этой сложной системы, т. е. одним из реализуемых в ней путей. Синергетику поэтому можно рассматривать как оптимистический способ овладения нелинейной ситуацией.

С синергетической точки зрения процедура обучения, способ связи обучающего и обучаемого, учителя и ученика может быть представлена следующим образом. Это — не передача знаний как эстафетной палочки от одного человека к другому, но создание условий, при которых становятся возможными процессы порождения знаний самим обучающимся, его активное и продуктивное творчество. Это — нелинейная ситуация открытого диалога, прямой и обратной связи, солидаристического образовательного приключения, попадания — в результате разрешения проблемных ситуаций — в один и тот же, самосогласованный темпомир. Последнее означает, что благодаря совместной активности в такого рода ситуации учитель и ученик начинают функционировать с одной скоростью, жить в одном темпе.

Обучение становится интерактивным, как об этом пишут Умберто Матурана, Гордон Паск и Франциско Варела⁴. Не только учитель учит ученика, но и ученик учит учителя, они становятся кооперирующими друг с другом сотрудниками. Учитель должен научиться видеть, что скрывается за учеником и научиться понимать его. В процессе обучения незнающий превращается в знающего, а при этом изменяется и сам учитель, подобно тому как в процессе психотерапии больной превращается в здорового или хотя бы в выздоравливающего, но вместе с тем и сам доктор претерпевает изменения.

9.2.3. Пробуждающее обучение

Главная проблема заключается в том, как управлять, не управляя, как малым резонансным воздействием подтолкнуть систему на один из собственных и благоприятных для человека путей развития, как обеспечить самоуправляемое и самоподдерживаемое развитие. Проблема также в том, как преодолевать хаос (неорганизованные и спонтанные устремления обучаемого), его не преодолевая, а делая симпатичным, творческим, превращая его в поле, рождающее искры инноваций. Синергетический подход к образованию заключается в стимулирующем, или пробуждающем, образовании, образовании как открытии себя или сотрудничестве с самим собой и с другими людьми.

По-видимому, существуют определенные конфигурации ситуаций познания, обучения или жизни. Чтобы действовать наиболее эффективно, надо действовать в нужное время и в нужном месте. Речь идет о так называемых резонансных, топологически правильных воздействиях. Результаты их могут быть весьма неожиданными и многообещающими.

Такого рода ситуация, когда точные резонансные влияния пробуждают внутренние наклонности личности, изображена в романе Оскара Уайльда «Портрет Дориана Грея». Лорд Генри, олицетворяющий образ

⁴ См. об этом: *Foerster H. von, Pörksen B. Wahrheit ist die Erfindung eines Lügners: Gespräche für Skeptiker. Heidelberg: Carl-Auer-Systeme, 1998. S. 67–71.*

автора, оказывается способным всего несколькими словами пробудить красивом юноше, с которого пишет портрет его друг-художник, глубоко затаенные импульсы и желания.

«— Всякое желание, — рассуждает лорд Генри, — которое мы стараемся подавить, бродит в нашей душе и отравляет нас. ...Единственный способ отделаться от искушения — уступить ему. А если вздумаешь бороться с ним, душу будет томить влечение к запретному, и тебя измучат желания, которые чудовищный закон, тобой же созданный, признал порочным и преступным. ...Да ведь и в вас, мистер Грей, даже в пору светлого отрочества и розовой юности, уже бродили страсти, пугавшие вас, мысли, которые вас приводили в ужас. Вы знали мечты и сновидения, при одном воспоминании о которых вы краснеете от стыда...

— Постойте, постойте! — пробормотал, запинаясь, Дориан Грей. — Вы смутили меня, я не знаю, что сказать...

Минут десять Дориан стоял неподвижно, с полуоткрытым ртом и странным блеском в глазах. Он смутно сознавал, что в нем просыпаются какие-то совсем новые мысли и чувства. Ему казалось, что они пришли не извне, а поднимались из глубины его существа. Да, он чувствовал, что несколько слов, сказанных этим другом Бэзила, сказанных, вероятно, просто так, между прочим, и намеренно парадоксальных, затронули в нем какую-то тайную струну, которой до сих пор не касался никто, и сейчас она трепетала, вибрировала порывистыми толчками⁵.

9.2.4. Обучение как адаптивная модификация

С точки зрения эволюционной эпистемологии, которая использует эволюционные, в том числе и современные нелинейные, синергетические модели для понимания процессов познания, творчества, а также приобретения нового знания в процессе обучения, обучение предстает как «адаптивная модификация» (К. Лоренц, 1965) генетически врожденного поведения⁶.

Сама возможность обучения означает существенное преимущество человеческого существа в достижении того, для чего в ходе обычной дарвиновской эволюции потребовалось бы тысячелетия неопределенных мутационных изменений. Культурная эволюция, в противоположность историческому развитию биологических видов, является ламаркианской по своему характеру, т. е., выражаясь языком биологии, приобретенные индивидом в течение его жизни изменения, его знания и накопленный опыт, наследуются, передаются следующим поколениям.

Обучение имеет резонансную природу: осуществляется ускоренный переход к новым, модифицированным структурам знания и поведения.

⁵ Уайльд О. Портрет Дориана Грея. М.: Детская литература, 1998. С. 43–44.

⁶ Heschl, A. Who's Afraid of a Non-Metaphorical Evolutionary Epistemology? // *Philosophia Naturalis*. 1997. Bd. 34. Hf. 1. P. 109.

Грубо говоря, происходит «штамповка», матричная передача целостных образцов знания, что составляет основу для последующих творческих изысканий индивидуального разума.

9.2.5. Обучение как фазовый переход

В результате процесса обучения глубоко перестраивается личность обучающегося. С синергетической точки зрения, как показывает Скотт Келсо, обучение протекает как «специфическое видоизменение уже существующих паттернов поведения в направлении той задачи, которую предстоит решить»⁷. Хотя мы не знаем точно, что происходит в мозгу человека, но есть определенные основания предполагать, что обучение не только усиливает следы памяти и уже существующие синаптические связи, но и радикально перестраивает всю конфигурацию структуры-аттрактора. «Изучаемый паттерн модифицирует внутреннюю динамику. Обучение является процессом, в результате которого паттерн попадает в память. Мы говорим, что паттерн поведения усваивается в той степени, в которой внутренняя динамика изменяется в направлении паттерна, который предстоит изучить. Когда процесс обучения завершен, отпечатавшийся в памяти паттерн определяет аттрактор, стабильное состояние (теперь модифицированной) динамики паттерна»⁸.

Длительный процесс обучения или самообразования, творческой работы вообще связан с целой серией событий качественной перестройки аттракторов, своего рода фазовых переходов. Человек становится иным. Развивая основы диалогического мышления и способа жизни, немецкий философ экзистенциального направления Мартин Бубер совершенно с другой стороны приходит к аналогичному выводу: «Связь есть взаимность. Мое Ты воздействует на меня, так же как и я оказываю воздействие на него. Наши ученики влияют на нас, наши работы строят нас»⁹.

9.2.6. Гештальтообразование

Открывая принципы сборки сложного из простого, синергетика строит новый холизм. Синергетический подход к человеку — это холистический подход. Если речь идет об образовании, то это гештальтообразование. Процесс обучения, связь обучающего и обучаемого, предстает как их «синергетическое приключение», при котором в самом обучаемом обнаруживаются скрытые потенции, установки (структуры-аттракторы) на перспективные тенденции собственного развития.

⁷ Kelso J. A. S. *Dynamic Patterns: The Self-organization of Brain and Behavior*. Cambridge (MA): The MIT Press, 1995. P. 161.

⁸ Ibid. P. 163.

⁹ Buber M. *Das dialogische Prinzip*. Gerlinger: Lambert Verlag, 1962. S. 19.

«Гештальт» (die Gestalt) означает в переводе с немецкого «форма», «фигура» или «конфигурация». Гештальтпсихологи полагают, что восприятие образа не может быть разбито на примитивные ощущения, возникающие от частей этого образа. Восприятие образа возникает в целом, и оно неделимо. Следуя этой традиции, гештальтообразование можно истолковать как передачу целостных блоков информации, качественную смену схем, паттернов мышления, а также как перестройку самой конфигурации ситуации обучения. Научить мыслить синергетически — значит научить мыслить нелинейно, мыслить в альтернативах, предполагая возможность смены темпа разворачивания событий и качественной ломки, фазовых переходов в сложных системах.

Академик П. Л. Капица как-то заметил, что главный признак таланта заключается в том, что человек знает, что он хочет. То есть человек имеет четко очерченные собственные жизненные и/или познавательные цели, внутреннюю программу действий и вместе с тем знает, как добиваться этих целей, как осуществлять и, если нужно, корректировать программу действий, владеет неким know how. Свои методы, свой know how предлагает синергетика. Обучать нелинейно, то есть обучать пробуждающими импульсами, синергетически, — значит воспитывать талантливых людей.

9.3. ВОЗВРАТ К ВИЗУАЛЬНОМУ МЫШЛЕНИЮ

Новые синергетические знания и новые подходы к образованию требуют иных, отвечающих уровню сегодняшнего дня способов передачи и распространения этих знаний. Прежде всего представляется целесообразным всесторонне разрабатывать средства визуализации синергетических знаний на компьютерах. А для этого необходимо перевести основные понятия и представления синергетики на язык образов мировой культуры, соотнести их с философскими воззрениями, с символикой мифологии и религии.

Известно, что у человеческих существ именно зрительный канал является наиболее мощным в восприятии и переработке поступающей информации. Более половины нейронов коры головного мозга человека связаны с обработкой визуальной информации. Поэтому наиболее эффективны такие способы передачи знаний, как «текст + образ», «формула + визуализация описываемого ею хода процесса».

В этой связи стоит напомнить, что первобытное, архаическое мышление было по преимуществу образным, если можно так выразиться, «правополушарным». Это было мышление в представлениях и символических образах. Дальнейший многотысячелетний ход эволюции культуры и науки, в особенности западной, привел к всестороннему развитию логических, аналитических, вербальных средств обработки информации и презентации знаний, основанных на логико-понятийном, «левополушарном»

мышлении. При этом наглядность и образность архаического мышления была во многом утрачена. Существовала даже склонность специально изгонять наглядность, якобы мешавшую пониманию абстрактно-теоретических результатов фундаментальных научных исследований. Такого рода тенденция наблюдалась, например, при переходе от геометрических к алгебраическим доказательствам, а также во время разработки квантово-механической теории.

В результате нынешнего бурного развития математического моделирования, вычислительного (на компьютерах) эксперимента, компьютерной графики открываются возможности для нового синтеза, синтеза видео, аудио, текстуальных и формализовано математических средств передачи научной информации, а стало быть, для одновременного использования преимуществ и «левополушарного» (логико-понятийного) и «правополушарного» (наглядно-образного) мышления. Прорыв к новому осуществляется путем возврата к старому. Образное мышление древних возрождается на новой основе. Способности продуктивного воображения и творческой интуиции получают новые импульсы для развития благодаря погружению человека в виртуальные реальности, моделируемые компьютером. Не случайно в наши дни наряду с гипертекстами электронных пособий необычайно широким спросом начинают пользоваться визуальные энциклопедии с фото и картинками даже для взрослых.

Через синергетику оказывается возможным соединение двух взаимодополнительных способов постижения мира — постижение через образ и через число. Синергетика позволяет сблизить Восток и Запад, восточное, наглядно-образное, интуитивное восприятие мира и западное, логико-вербальное.

9.4. СИНЕРГЕТИКА КАК СПОСОБ ИНТЕГРАЦИИ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО И ГУМАНИТАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

На основе синергетики возможно также сближение гуманитарного и естественно-научного образования.

Гуманитарное образование все более математизируется. Использование компьютерных программ, визуализирующих синергетические знания, — это реальный путь для гуманитариев усвоить глубоко содержательные понятия и идеи, получаемые на самом передовом крае математической и физической наук, вовлечения в оборот своего мышления важных мировоззренческих следствий и выводов из сложных аналитико-математических расчетов и математического моделирования процессов образования и эволюции сложных структур в нелинейных средах.

Для специализирующихся в области естествознания — это способ повышения их общей культуры мышления, расширения их культурологического образования.

9.5. ОБУЧАЮЩИЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ ПО СИНЕРГЕТИКЕ

Разработка обучающих компьютерных программ по синергетике началась в 1992 году в рамках математического факультета Российского открытого университета. Эта весьма объемная работа пока не завершена. В основе ее лежат результаты многолетних исследований научной школы в Институте прикладной математики им. М. В. Келдыша и Институте математического моделирования РАН. Математические модели (дифференциальные уравнения типа теплопроводности, квазилинейные, с источником), визуализированные на экране компьютеров посредством графиков, несут в себе глубоко содержательные идеи, которые становятся доступными даже для не владеющих математическим аппаратом. Даже на обычном персональном компьютере можно воспроизводить реальные процессы эволюции, протекающие в открытых нелинейных средах. И это открывает возможности для массового обучения синергетике, синергетическому видению мира.

Посредством использования компьютеров решается одна из важнейших задач образования — налаживание прочной обратной связи между обучающим и обучаемым, развитие диалога между репрезентантом новых знаний и воспринимающим их субъектом, а также расширение возможностей выбора изучаемого материала, свободное движение в учебном проблемном поле поиска. Открывается возможность решения задачи — передать не «знание что», а «знание как», «know how», т. е. включить у обучающегося внутренние механизмы переработки и продуцирования новых знаний согласно усвоенным общим методам, моделям и схемам, зажечь внутренний огонь творчества в его душе.

Обучающая компьютерная программа в идеале должна строиться как некая увлекательная игра, как драма идей, театр идей. За графическими образами, картинками, представляющими ход процессов в открытых нелинейных средах, скрываются сложные математические выкладки, многолетние исследовательские работы специалистов в этой области. А сами картинки оказываются доступными многим, даже незнакомым с математикой.

Перед обучающимся, пользователем компьютерного продукта ставятся некоторые вопросы, на которые он самостоятельно пытается найти ответ. Далее осуществляется проверка и дается объяснение, почему именно этот ответ является правильным.

Персональный компьютер становится установкой, на которой можно воспроизводить реальные процессы, протекающие в открытых нелинейных средах. Пользователь получает возможность экспериментировать, «играть» ходом процессов и достигать понимания того, почему процессы протекают так, а не иначе.

Чтобы в компьютерный продукт, обучающую дискету была заложена такого рода игра, чтобы ввести игровые и диалоговые элементы в процесс

взаимодействия человека и компьютера, нужно смоделировать на компьютере простейшие проявления человеческой личности. Ведь образ психики творящего человека — это фактически образ постоянной игры ума, блуждания по мицелию возможных мыслительных ходов. Это — диалог между скептиком и догматиком, фантазером и реалистом, между выходящим далеко за пределы жестко установленного и осторожным, узко профессионально ориентированным специалистом. Эти ролевые типажы живут в более или менее выраженной форме в каждом из нас. А значит, обучающая дискета неизбежно несет на себе печать личности ее творца. Создатель обучающей дискеты доводит до потребителя свою собственную синергетику, аромат своей собственной души.

Компьютерная графика, будучи одним из современных способов синтеза науки и искусства, имеет немаловажное дидактическое значение. Видеофильмы и обучающие компьютерные дискеты делают новейшие результаты научных исследований наглядными, легко воспринимаемыми и понимаемыми. Кроме того, они позволяют передавать информацию в максимально сжатой форме.

Возможна разработка самых различных типов обучающих дискет по синергетике, разного информативного содержания и разного дидактического уровня сложности. Возможны дискеты чисто справочного характера (руководства по новым методам аналитических расчетов и математического моделирования), а также дискеты, инициирующие научный поиск, показывающие границы проведенных на сей день исследований и круг задач, которые еще предстоит решить. А каждый исследователь на своем собственном опыте знает, что правильная постановка проблемы, понимание направления поиска, видение перспективных шагов исследований, часто даже важнее самой реализации этих шагов, решения проблемы.

Разработка и массовое распространение нетрадиционных образовательных средств, компьютерных программ, видеофильмов и обучающих дискет для визуализации новых представлений о самоорганизации и коэволюции в природных и социальных системах призвано привести к тому, что знание станет товаром, причем одним из наиболее ценных, социально значимых. Ибо синергетические знания, как мы пытались здесь показать, — это не просто информация, но новый способ мышления и видения мира, способ продуцирования новых знаний, т. е. знание метода. Все это может принципиально изменить социальный статус ученого. Ученый будет способен производить продукты, которые разойдутся миллионными тиражами, быстро раскупятся, получат массового потребителя. Создание «золотой» дискеты по синергетике есть ключ ко многим областям современного образования.

Глава 10

СИНЕРГЕТИКА И ИССЛЕДОВАНИЕ БУДУЩЕГО

*Будущее не может быть предсказано,
но оно может быть изобретено.*

Деннис Габор

10.1. МЫШЛЕНИЕ, ОРИЕНТИРОВАННОЕ НА БУДУЩЕЕ

«Синергетика и будущее России» — так назывался круглый стол, проведенный В. Д. Поремским (1909–1997) в рамках первой встречи Международного Московского синергетического форума «Устойчивое развитие в развивающемся мире», которая состоялась в январе 1996 года в Москве. Владимир Дмитриевич Поремский, который внес большой вклад в развитие синергетического движения в России и распространение синергетических идей в широких кругах российской интеллигенции, понимал, что именно новое междисциплинарное научное направление — синергетика — может стать новой методологической основой для современных исследований будущего¹.

«У нас, у русских, у России, есть великое и славное прошлое, безотрадное и постыдное настоящее и темное будущее, — писал П. Б. Струве в 1920 году, размышляя о судьбах русской революции и ожидая скорого освобождения от несчастий и бед революционного времени. — ...Исчерпывающим образом ни прошлое, ни настоящее, ни тем более будущее, которое темно в своей неизвестности, не может быть однозначно охарактеризовано»². Сейчас, спустя 80 лет, Россия переживает также не лучшие, кризисные времена. Кроме того, возрастает неустойчивость глобального развития. Неизвестность будущего вызывает тревожные чувства. Какие же средства предлагает синергетика для постижения «темного будущего» или, как сейчас чаще говорят, открытого будущего?

¹ См.: Поремский В. Д. Стратегия антибольшевистской эмиграции. М.: Посев, 1998.

² Струве П. Б. Прошлое, настоящее, будущее: Избранные сочинения. М.: Российская политическая энциклопедия, 1999. С. 319.

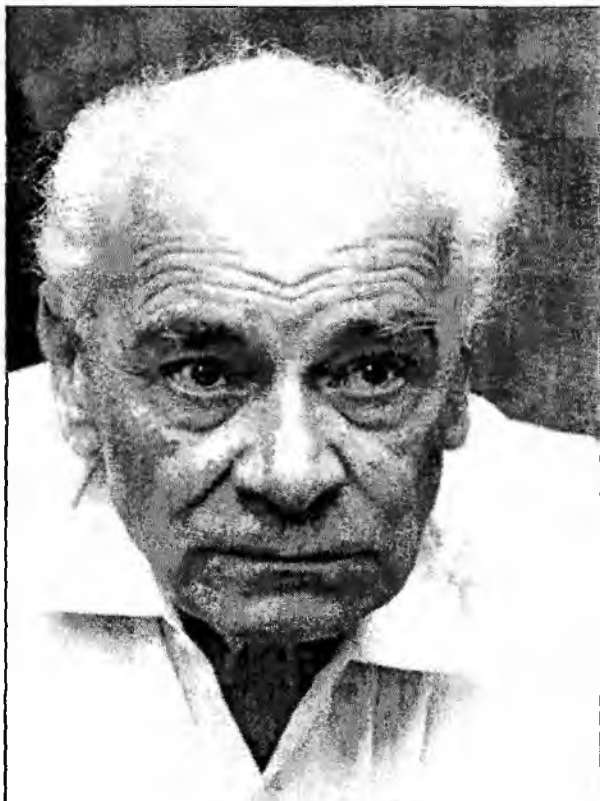


Фото 2. В. Д. Поремский. 1977 г.

Синергетика может служить в качестве новой, нетрадиционной методологии в прогнозировании будущего. С ее позиций может быть дано научное обоснование современному взгляду на открытое, желаемое и достижимое будущее. Будущее открыто и не единственно, но оно не является произвольным. Существует ограниченный набор возможностей будущего развития; для всякой сложной системы существует дискретный спектр структур-аттракторов ее эволюции. Этот спектр определяется исключительно ее собственными свойствами. В нелинейных ситуациях неустойчивости и ветвления эволюционных путей человек играет решающую роль в выборе наиболее благоприятной — и в то же время осуществимой в данной среде — будущей структуры, одной из спектра возможных структур-аттракторов.

Стоит подчеркнуть, что понимание сложного мира может быть построено только на идеях эволюционности. Наиболее продвинутые разработки общей теории эволюции сложных систем представлены в книгах

Э. Ласло³. Конструктивные применения синергетических моделей сложного поведения к пониманию эволюции человекомерных и социальных систем обсуждаются в недавно вышедшей книге, включающей в себя работы ученых, являющихся членами Немецкого общества по исследованию сложных систем и нелинейной динамики⁴.

Чтобы надлежащим образом ориентироваться и эффективно действовать в современном сложном и нестабильном мире, необходимо овладеть сложным мышлением. Э. Морен, президент Ассоциации сложного мышления, созданной во Франции, подчеркивает насущную необходимость реформы мышления и существующей системы образования на всех уровнях, формулируя основные принципы сложного мышления⁵. Основой такого мышления является современная теория самоорганизации сложных систем.

Некоторые идеи, касающиеся возможного вклада синергетики в исследование будущего, были выдвинуты в наших предыдущих работах⁶. Синергетику можно рассматривать в качестве некой платформы: если стоять на этой платформе, то можно найти нечто определенное в открытом и неопределенном будущем, которое нас ожидает, можно понять не только принципиальные пределы предсказуемости, но и увидеть элементы неограниченно отдаленного будущего в сегодняшних сложных эволюционных структурах в мире, и тем самым обрести некоторую уверенность в нашем изменчивом, неустойчивом, подверженном кризисам мире.

В этой главе рассмотрим некоторые ключевые характеристики мышления, ориентированного на будущее. Они, с нашей точки зрения, таковы:

- ♦ изучение множественных возможностей будущего развития, *альтернативного будущего*, точнее, *альтернативных перспектив* (*alternative futures*);

- ♦ ориентация не только на *желаемое*, но также и на *достижимое будущее*; надо отказаться от попыток достигнуть недостижимого, невозможного в принципе, того, что не соответствует внутренним потенциям соответствующей сложной системы;

³ Laszlo E. The Age of Bifurcation. New York: Gordon and Breach, 1991; Laszlo E. Evolution: The General Theory. Cresskill (NJ): Hampton Press, 1996; Laszlo E. The Systems View of the World. Cresskill (NJ): Hampton Press, 1996.

⁴ Komplexe Systeme und Nichtlineare Dynamik in Natur und Gesellschaft: Komplexitätsforschung in Deutschland auf dem Weg ins nächste Jahrhundert/Ed. Mainzer K. Heidelberg: Springer, 1999.

⁵ Morin E. Introduction à la pensée complexe. Paris: ESF éditeur, 1990; Morin E. Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur. Paris: UNESCO, 1999.

⁶ Каница С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего. М.: Наука, 1997; Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Антропный принцип в синергетике // Вопросы философии. 1997, № 3. С. 62–79; Князева Н. Synergetics and the Images of Future // Futures. 1999. Vol. 31. N 3/4. P. 281–290.

♦ понимание *горизонта нашего видения будущего*; неизбежные неопределенности и неустраняемые хаотические элементы, имеющиеся странные аттракторы делают будущее принципиально невычислимым и открытым для нас, причем эти неопределенности обусловлены самой природой сложного мира, в котором мы живем;

♦ развитие *холистического мышления*, понимание широкого, или даже глобального, *контекста* всякой исследуемой проблемы, т. е. умение контекстуализировать знание, а также понимание общих законов интеграции, *коэволюции* и взаимосогласованного устойчивого развития различных сложных структур в мире;

♦ осознание возможности *касания неограниченно отдаленного от нас (абсолютного) будущего* сложной организации в ходе нашей сегодняшней активности.

10.2. ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В ходе обсуждений, проводимых через Интернет между членами Всемирной ассоциации исследований будущего (World Futures Studies Federation), был определен список *глобальных проблем*, с учетом которых необходимо проводить построение сценариев будущего развития:

- рост населения Земли происходит настолько быстро, что его значительная часть не может удовлетворить насущные жизненные потребности, в частности, более 1,3 миллиардов живут в абсолютной нищете и более 800 миллионов страдают от голода и недоедания;

- ограниченность источников пресной воды, что может стать основной причиной войн в третьем тысячелетии;

- разрыв между уровнем жизни богатых и бедных становится всё более разительным;

- возрастает угроза новых болезней, связанных, в частности, с нарушением иммунитета человеческого организма; распространяется эпидемия СПИДа;

- уменьшается возможность принимать решения, поскольку в условиях возрастающей неопределенности и риска проблемы становятся всё более глобальными и сложными;

- терроризм возрастает в своей интенсивности и масштабах; организованные преступные группировки становятся всё более изощренными в своей деятельности, которая давно перешла границы национальных государств;

- религиозные, этнические и расовые конфликты становятся более серьезными и трудно разрешаемыми;

- радикально изменяется статус женщины, она становится экономически независимой, активно проявляет себя в политической и государственной деятельности;

- изменяется значение трудовой деятельности, безработицы, праздности, неполной занятости;

- экономический рост влечет за собой не только позитивные, но и угрожающие последствия, связанные, в частности, с разрушением окружающей среды;

- информационные технологии многообещающи, но вместе с тем порождают новые опасности: случайные сбои в компьютерных сетях могут иметь катастрофические последствия.

Анализ этих глобальных проблем способствует пониманию *глобальных возможностей* их разрешения:

- достижение устойчивого и самоподдерживаемого развития сложных систем, как сейчас говорят, *sustainable development*;

- увеличивающееся значение глобальных и долговременных перспектив в политической деятельности;

- возрастающий потенциал научных и технологических прорывов;

- трансформация авторитарных политических режимов в демократические;

- поддержание культурного разнообразия и признание основных этических ценностей;

- снижение темпов роста населения;

- развитие стратегий поддержания мира и глобальной безопасности;

- освоение и использование альтернативных источников энергии;

- глобализация обмена информации и технологий коммуникации;

- решающие прорывы в биотехнологии;

- обеспечение экономического развития посредством этически организованного рынка;

- осуществление обещающих космических проектов.

С синергетической точки зрения одним из основных подходов к решению глобальных проблем является смена императива: *не политика силового давления и «выкручивания рук», а поиск способов коэволюции сложных социальных и геополитических систем*. Осуществление политики силовыми методами слишком опасно в современном сложном, нелинейно развивающемся мире, где даже случайные сбои в разветвленных информационных, компьютерных сетях могут привести к мировой катастрофе. Чем сложнее организована и более многофункциональна система, тем она более неустойчива. Поэтому понимание форм совместной жизни разнородных, находящихся на разном уровне развития социальных и геополитических структур, путей их устойчивого коэволюционного развития становится конструктивной альтернативой сегодняшнего дня.

10.3. ИЗМЕНЕНИЕ УСТАНОВОК ИССЛЕДОВАНИЯ

На Северном региональном симпозиуме Всемирной ассоциации исследования будущего, проходившем в марте 1997 г. в Рейкьявике, отмечалось, что в настоящее время в исследованиях будущего ощущается методологический вакуум. Построение сценариев будущего развития осуществляется еще во многом методами экстраполяции от наличной ситуации, и предпринимаются попытки учесть множество разнородных факторов, влияющих на социальные процессы. Достаточно хорошо прогнозируются изменения спроса покупателей на определенные товары в ближайшей перспективе и на этой основе изменяются ориентации производителей. С высокой, удивляющей наблюдателей точностью предсказываются результаты выборов в органы государственной власти в таких странах, как Германия или США. Но делать прогнозы общественного развития на отдаленные перспективы, на 30–50 лет, на основании экстраполяций и многофакторного моделирования уже гораздо более рискованно.

Синергетика предлагает принципиально иной подход к исследованию будущего: исходя не из анализа наличных ситуаций и непосредственных тенденций их развития, а из понимания отдаленных целей развития, или пользуясь ее терминологией, структур-аттракторов эволюции сложных систем.

Сложность системы — это не препятствие, а первое условие и способ ее понимания. Для понимания поведения сложных систем синергетика предлагает выделить немногие параметры порядка, которым подчиняется сложное поведение элементов систем, или изучать поведение систем на разлитых, асимптотических стадиях, которые описываются гораздо проще, чем запутанные промежуточные процессы. Синергетика показывает, как можно справиться со сложным, редуцировав сложное к относительно простому.

В настоящее время активно ведется поиск новых понятий и методов исследования в прогнозировании, что являлось предметом обсуждения на Международном методологическом семинаре, состоявшемся в Турку (Финляндия) в июне 2000 года. Новый взгляд может быть развит на основе современных теорий сложности и хаоса, а также общей теории эволюции. *«Предметом исследований будущего является эволюция так называемых эмерджентных сложных формообразований, которые включают в себя всё, даже самого человека. ...Будучи сфокусированными на нелинейном представлении об эволюции, эволюционные исследования будущего выдвигают в качестве своей задачи многостороннее рассмотрение нелинейных процессов развития, тенденций прошлого, настоящего и будущего. Анализируя поворотные пункты в истории, они ориентированы на построение будущего человеческих сообществ с холистической точки зрения, на создание будущего не посредством согласования изменений в отдельных частях, но прослеживая эволюционную динамику целого»⁷.*

⁷ *Hideg E.* New Paradigms for Studies of Futures: Paper presented at the Methodology Seminar in Futures Studies «The Quest for the Futures», June 13–15 2000, Turku (Finland). P. 2, 4 (to appear in the Proceedings).

10.4. АЛЬТЕРНАТИВНОЕ И ПРЕДПОЧИТАЕМОЕ БУДУЩЕЕ. СПЕКТР ПУТЕЙ В БУДУЩЕЕ

Выход в будущее неоднозначен. Будущее странно и причудливо, как сейчас говорят, это — *fuzzy future*. Будущее вызывает трепет, оно связано с добрыми надеждами. Существует спектр возможностей будущего развития. Будущее — это не *l'avenir*, то, что будет завтра, а *les futures*, одно из возможных будущих состояний. В синергетике изменяется понимание роли субъекта действия. В нелинейных ситуациях нестабильности и ветвления путей эволюции человек играет решающую роль в выборе желаемой — и в то же время достижимой — будущей структуры, одной из спектра возможных структур-аттракторов.

В синергетике развивается целая система понятий и представлений, связанных с нелинейностью и «целями» эволюции, т. е. строится эволюционная телеология. Это, — прежде всего, понятия локализации процессов в открытых диссипативных средах (формирования в них структур), спектров структур-аттракторов как относительно устойчивых формообразований, на которые выходят процессы эволюции в сложных системах, способы ускоренного выхода на одну из структур-аттракторов, резонансного возбуждения этой структуры в среде, различные типы сверхбыстрых, лавинообразных процессов, так называемых режимов с обострением.

При исследовании относительно простых математических и компьютерных моделей был получен результат фундаментальной важности: сплошная нелинейная среда потенциально содержит в себе различные типы локализации процессов (различные типы структур). Среда представляет собой некий единый источник, который функционирует в качестве носителя различных форм будущей организации, поля различных путей эволюции. Другими словами, существуют дискретные спектры путей эволюции сложных систем в мире.

Подобное представление вытекает также из основной синергетической модели параметров порядка и принципа подчинения, разработанной Г. Хакеном. Принцип циклической причинности описывает отношение между параметрами порядка и частями (элементами) системы, поведение которых подчинено этим параметрам: отдельные элементы системы порождают параметры порядка, которые, в свою очередь, определяют поведение элементов. Или иначе, рисуя антропоморфную картину: параметры порядка представляют нахождение консенсуса между отдельными элементами системы. Таким образом, немногие параметры порядка и немногие возможности, которые они имеют в принятии их индивидуальных состояний, отражают тот факт, что в сложных системах возможны только немногие определенные структуры, которые, так сказать, согласованы с поведением элементов. Иными словами, даже если некоторые configura-

ции генерированы искусственно, извне, только некоторые из них действительно жизнеспособны⁸.

Представление о дискретных спектрах эволюционных путей сложных систем, поле путей развития составляет базис синергетической методологии. Это представление влечет за собой целый ряд важных следствий: множественность будущего, наличие моментов неустойчивости, связанных с выбором пути дальнейшего развития, особая роль человека в нелинейных ситуациях ветвления эволюционных путей и выбора желаемого, благоприятного и осуществимого пути развития.

В случае если достижимо математическое описание сложной системы, спектры возможных, «разрешенных» структур соответствуют наборам собственных функций нелинейных уравнений, описывающих эволюционные процессы в соответствующих сложных системах. Наборы собственных функций — это математическое описание спектров структур-аттракторов эволюции. Там, где математизация трудна, пока или в принципе недостижима, синергетика может быть использована в качественном виде, как феноменологическая синергетика.

Спектры структур-аттракторов эволюции детерминированы исключительно собственными свойствами исследуемых сложных систем (открытых нелинейных сред). Это — их внутренние потенции, молчаливое знание самих систем.

Важно понять, что социальные системы, как и всякие сложноорганизованные системы, имеют несколько альтернативных путей развития. Существует множество путей развития. Выход в будущее неоднозначен. Мы должны принимать во внимание множественные перспективы. Спектры путей развития определяются спектрами структур-аттракторов социальных систем. Кроме того, существенно, что спектр возможных путей развития является не сплошным, а дискретным. Не какие угодно структуры могут самоподдерживаться как метастабильно устойчивые в данной сложной нелинейной системе. Только определенные структуры из дискретного спектра возможных могут возникать. Только определенные структуры «разрешены» собственными свойствами системы, соответствуют им. Это — своего рода *эволюционные правила запрета*.

В синергетике возникает парадоксальное представление — представление о влиянии будущего, преддетерминации. Будущее преддетерминирует настоящее, структуры-аттракторы детерминируют ход исторических событий. Будущее оказывает влияние сейчас, в некотором смысле оно уже существует в настоящем. Мы строим будущее, но в определенные моменты и оно строит нас.

Будущие формы сложных социальных организаций открыты в виде веера преддетерминированных возможностей. Выходы в будущее узки. Существуют определенные «коридоры» эволюции.

⁸ Knyazeva H., Haken H. Arbitrariness in Nature: Synergetics and Evolutionary Laws of Prohibition // Journal for General Philosophy of Sciences. 2000. Vol. 31. N 1. P. 57–73.

Несмотря на существование целого набора возможных эволюционных путей, многие структуры-аттракторы остаются скрытыми, непроявленными. Многие возможности остаются неосуществленными. Многие внутренние цели не могут быть достигнуты при данных параметрах нелинейной среды. Дело предстает таким образом, что множество вещей остаются существующими в невидимом для нас, латентном мире, мире бурлящих возможностей.

Только ограниченные наборы путей эволюции «разрешены» природой, внутренними свойствами самих сложных систем. Насколько открытым является в таком случае будущее? Или, выражаясь иначе, можно ли сделать эволюционно невозможное возможным? В определенной мере, да. Спектры эволюционных путей в будущее могут трансформироваться из-за изменений собственных свойств соответствующих сложных систем. Благодаря таким трансформациям могут открываться новые возможности дальнейшего развития. Характеристики собственных свойств некоторой сложной системы входят как параметры в соответствующие нелинейные дифференциальные уравнения. Если эти характеристики изменяются, набор собственных функций этого уравнения также изменяется. Это можно выразить посредством ментального образа: поле возможных эволюционных путей сложной системы, т. е. ее древо эволюции, может в большей или меньшей степени перестраиваться в зависимости от внутренних свойств системы.

10.5. ГОРИЗОНТЫ БУДУЩЕГО. ПРЕДЕЛЫ ПРЕДСКАЗУЕМОСТИ

Из-за неустраимых элементов хаоса и наличия странных аттракторов в поведении сложных систем существуют определенные пределы нашего проникновения в будущее. Существует горизонт нашего видения будущего даже для достаточно простых физических и химических эволюционирующих систем и, тем более, для экологических, социальных, человеческих систем.

Существование странных, или хаотических, аттракторов — один из фундаментальных фактов в теории самоорганизации сложных систем. Странные аттракторы открыты к настоящему времени в самых различных областях природного и человеческого мира, начиная с метеорологии и физики плазмы и кончая нейрофизиологией, изучением различных типов активности человеческого мозга. Странные аттракторы показывают нам пределы предсказуемости эволюционных процессов и существование областей принципиальной непредсказуемости явлений. Например, согласно убеждению большинства экспертов сегодня, принципиально невозможно предсказывать погоду на 3–5 недель вперед, т. е. давать среднесрочные прогнозы. Система циркуляции в атмосфере Земли обладает свойством чув-

ствительности к начальным данным: смежные траектории расходятся экспоненциально. Вероятностное, хаотическое поведение динамических сложных систем обусловлено не ограниченностью наших инструментов исследования, а самой природой этих систем.

«Горизонт предсказуемости» может быть истолкован и несколько иначе, как «глубина памяти» сложных нелинейных систем. «Он дает характерный временной масштаб, определяющий, на каких временах будут сказываться изменения начальных данных на величину ε . Он показывает, насколько быстро будут “забыты” системой последствия наших действий, если мы можем изменить состояние последней на ε . По существу, горизонт прогноза характеризует “память” изучаемого объекта»⁹.

10.6. БУДУЩЕЕ УЖЕ ЗДЕСЬ. НАДО ТОЛЬКО НАУЧИТЬСЯ ЕГО ВИДЕТЬ

Важно понять, что мы не внешние наблюдатели будущего, но участники самой игры. Мы внутри самих тенденций общественного развития. Мы не вправе пассивно ждать, что произойдет. Мы должны стать создателями желаемого будущего. Деннис Габор как-то сказал, что наилучший способ предсказать будущее — это его создать. В синергетике эта установка приобретает особый смысл. Если нам удастся определить спектры целей развития сложных систем, спектры структур-аттракторов их эволюции (для простейших природных систем это уже осуществлено, и в настоящее время с этих методологических позиций проводится моделирование экономического развития некоторых регионов России в условиях неустойчивости и экономического кризиса), то необычайно возрастает роль и ответственность субъектов в выборе наиболее благоприятных сценариев развития.

Известно, что тот, кто не может извлечь уроки из истории, должен пережить ее снова. Конечно, учиться на историческом опыте — одна из основ текущей деятельности. Но, оказывается, сегодняшняя деятельность не только определяется прошлым, но и может строиться из будущего. Она должна строиться с ориентацией (сознательной или неосознаваемой, интуитивной) на одну из возможных (и осуществимых!) в данной социальной среде структур-аттракторов развития.

Считается, что лишь настоящее нам более или менее доступно, будущее достижимо лишь через сложную работу по прогнозированию и конструированию, тогда как прошлое — через не менее трудоемкую работу по реконструированию и описанию. И то, и другое неизбежно связано с неточностями, абберациями в наших толкованиях и интерпретациях. Под-

⁹ Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего. М.: Наука, 1997. С. 87.

ход синергетики принципиально отличается от традиционных исследовательских стратегий.

Сама пространственная конфигурация сегодняшних сложившихся и метастабильно развивающихся структур информативна. Анализ развитых, установившихся стадий эволюции, т. е. структур-аттракторов, позволяет обнаружить те их локальные области, где процессы сегодня протекают так, как они будут идти во всей структуре в будущем, а также те области, где процессы сегодня протекают как в прошлом.

Эта удивительная особенность вытекает из того факта, что структуры-аттракторы эволюции описываются инвариантно-групповыми решениями, в которых пространство и время несвободны, но определенным образом связаны друг с другом. Значит, научившись «читать» пространственные конфигурации сложных эволюционирующих структур, можно усматривать в них элементы готового, не прогнозируемого, а того, как оно в действительности будет, будущего, и готового, свободного от истолкований прошлого. Дело предстает таким образом, будто синергетика дает нам ключ к машине времени, и с этим ключом нам удастся проникать в подлинное прошлое и в реальное, а не гипотетическое будущее. Этот ключ, однако, действителен только в искусных руках. Только тот, кто приобрел «синергетические очки», может стать пророком.

Согласно используемым здесь синергетическим моделям, существуют два различных и взаимно дополнительных режима в открытых и нелинейных средах: HS-режим и LS-режим с обострением. HS-режим — это режим «неограниченно разбегающейся волны», когда нет локализации, и все структуры, неоднородности стираются, размываются. LS-режим с обострением — это режим «сбегающейся волны горения», режим локализации и интенсивного развития процессов во все более и более узкой области вблизи максимума. Чередование этих режимов имеет место в открытых средах (системах) с сильной нелинейностью.

Если сложная структура начинает развиваться не просто в режиме стабилизации, а в режиме спада активности и «неограниченно разбегающейся волны», т. е. как бы в режиме «отдыха» и «сна» сложной организации, то сегодняшние процессы в центре этой структуры являются индикатором того, как они будут протекать во всей структуре в будущем. Но этот режим нестабилен. При определенных условиях в течение достаточно длительного времени в центре этой структуры происходит касание неограниченно отдаленного от нас (абсолютного) будущего человечества (не $t = t_1$, а $t = \infty$)¹⁰. И это — не фантазия, а следствие анализа математических моделей сложного эволюционного поведения.

Таким образом, синергетический подход позволяет увидеть реальные черты будущей организации, анализируя наличную пространственную конфигурацию сложных эволюционирующих структур в определенного типа быстрых эволюционных процессах и при известных условиях.

¹⁰ *Белафин В. А., Курдюмов С. П.* Режимы с обострением в демографической системе: Сценарий усиления нелинейности // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2000. Т. 40, № 2. С. 238–251.

10.7. ИСКУССТВО МЯГКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Теория эволюции и самоорганизации устанавливает некоторые принципы нелинейного управления сложными системами. Эта теория учит нас искусству мягкого управления.

1) Будущее открыто и непредсказуемо, но не произвольно. Существуют спектры возможных будущих состояний, дискретные наборы структур-аттракторов сложных эволюционных процессов.

Не начальные условия определяют вектор человеческой активности; начальные условия будут забыты, когда произойдет выпадение на одну из структур-аттракторов эволюции. Скрытые и явные установки детерминируют сегодняшние действия. Наличное положение дел строится из будущего и в соответствии с будущим.

Мягкие линии возможного будущего предполагают способы специального, мягкого управления.

2) Мягкое управление — это управление посредством «умных» и надлежащих воздействий. Слабые, но соответствующие, так называемые резонансные влияния чрезвычайно эффективны. Они должны соответствовать внутренним тенденциям развития сложной системы.

Правильные резонансные воздействия могут высвободить мощные внутренние силы и возможности человека или социального (культурного, научного) сообщества. Синергетика переоткрывает известный философский принцип «малые причины больших событий». Так что управляйте мягко, но с умом, и вы добьетесь многого!

В «Дао-дэ-цзин» говорится:

*То, что надо ужать,
Сперва растянем.
То, что надо ослаблять,
Мы укрепим сперва.
То, что пойдет в отходы,
Сначала вырастим.
То, что отнять предстоит,
Сначала подарим.*

*Таков и Тончайший Свет,
Побеждает, действуя Мягко,
Грубое и сильное одолевает.
Рыбе лучше не выходить из воды.
А орудья царские режущие
Лучше никому не показывать¹¹.*

¹¹ Лао-цзы. Дао-дэ-цзин: Учение о пути и благой силе. М.: КСП+, 1999. С. 187.

3) Искусство мягкого управления состоит в способах самоуправления и самоконтроля. Главная проблема заключается в том, как управлять, не управляя, как малым резонансным воздействием подтолкнуть систему на один из собственных и благоприятных для субъекта путей развития, как обеспечить самоуправляемое и самоподдерживаемое развитие.

Фактически эти синергетические представления согласуются с известными на Востоке правилами поведения, прежде всего с принципом ненасилия. Согласно учению даосизма, правители в своей деятельности должны следовать естественному закону (дао). «Хорош тот правитель, который управляет как можно меньше», — утверждали даосисты.

4) Некоторые человеческие действия обречены на провал. Действия не приведут к успеху, когда и поскольку они не согласованы с внутренними тенденциями развития сложной системы. Если эти действия не являются надлежащими, резонансными, они наверняка будут напрасными. Существуют некие эволюционные правила запрета, которые накладываются на определенные типы человеческих действий.

Принимая во внимание это общее синергетическое соображение, можно естественным образом объяснить неудачи (прошлые и возможные будущие) волюнтаристского управления научно-техническим и социальным прогрессом. Безуспешный и трагический социальный эксперимент построить социализм в России, о котором болела душа П. Б. Струве, как и других вынужденных эмигрировать русских интеллигентов, может быть упомянут здесь. Управление неэффективно, если осуществляются попытки построить те структуры, которые неадекватны внутренним тенденциям эволюционирующей системы, если они, фигурально выражаясь, «насилуют» реальность. Необходимо или искать пути для изменения собственных свойств данной открытой нелинейной системы, или отказаться от попыток «принуждать» систему развиваться по несвойственному ей пути.

5) Некоторые возможные изменения собственных свойств сложных систем могут привести к трансформации спектров структур-аттракторов эволюции, наборов возможных путей в будущее.

6) Необходима определенная топология воздействия. Оказывается, управляющее воздействие должно быть не энергетическим, но топологически правильно организованным. Важна топологическая конфигурация, симметричная «архитектуре» воздействия, а не его интенсивность. Резонансное влияние — это влияние пространственно распределенное. Это — определенный укол среды в надлежащих местах и в определенное время. Существуют определенные «конфигурации ситуаций» в социальной группе или в более широкой социальной среде, когда малые стимулирующие влияния, направленные по определенным адресам, наиболее эффективны.

Синергетика показывает, как можно многократно сократить время и требуемые усилия и генерировать, посредством резонансного влияния, желаемые и — что не менее важно — реализуемые структуры в сложной системе. Слабое побеждает сильное, мягкое побеждает твердое, а тихое — громкое, как это утверждали даосисты. Новая наука о самоорганизации и сложности усматривает синергетический смысл в этом древнем представлении.

7) Чтобы эффективно действовать в сложном и нестабильном мире, необходимо принимать во внимание контекст — ближайший и достаточно широкий — изучаемых явлений и событий, т. е. уметь контекстуализировать свои знания. Говоря о необходимости изменения ориентиров мышления и насущной реформе системы образования, Э. Морен отмечает: «Познание мира как мира целостного становится одновременно интеллектуальной и жизненной необходимостью... Познание изолированных информационных сведений недостаточно. Надо располагать эти сведения в контексте, в котором они только и обретают смысл».¹²

Надо развивать холистическое видение. «Думай глобально, а действуй локально!» — вот лозунг сегодняшнего дня. Надо понимать способы интеграции и взаимосогласованного, гармоничного развития различных сложных структур в мире, приводящего к ускорению развития целого.

10.8. ДОСТИЖЕНИЕ НЕДОСТИЖИМОГО. НАДЕЖДЫ НА СВЕТЛОЕ БУДУЩЕЕ

Мир, в котором мы живем, нелинеен и открыт. Этот мир креативен на всех уровнях организации. Неожиданное и часто обвораживающее нас новое появляется в нем. Синергетика раскрывает законы, лежащие в основе этих эмерджентных явлений. Будущее множественно и неопределенно в нашем нелинейном мире. Оно туманно и причудливо.

Нелинейный мир часто преподносит нам сюрпризы. В таком мире возрастает вероятность совершения даже маловероятных событий. Поэтому не покидающая нас надежда на лучшее будущее может быть связана не только с осмысленным выбором действий, согласованных с внутренними, собственными тенденциями развития сложных организаций, но и со счастливым случаем, когда достигается, казалось бы, недостижимое. Так давайте работать вместе, чтобы осуществить неосуществимое! Давайте надеяться, что даже безнадежное может стать реальностью!

Все мы так или иначе думаем о будущем, поскольку хотим провести в нем еще большую или даже большую часть своей жизни. Хотя все мы так или иначе интересуемся будущим, лишь немногие профессионально занимаются исследованием будущего. Для последних синергетика может служить в качестве нетрадиционной и конструктивной методологической основы.

Синергетика — это оптимистическая попытка овладеть нелинейной ситуацией и использовать методы эффективного нелинейного управления сложными системами, находящимися в состоянии неустойчивости. Это — способ достижения желаемого и вместе с тем осуществимого, согласованного с собственными свойствами сложных систем. Мир принадлежит тем, кто дает ему самую большую надежду.

¹² Morin E. Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur. Paris: UNESCO, 1999. P. 15.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенные в книге модели и теоретические представления, безусловно, нельзя рассматривать таким образом, будто синергетика способна разрешить все проблемы и противоречия ментального климата и социальной ситуации сегодняшнего дня. С позиций синергетического видения скорее возможна критика способов управления вообще, нежели просто выдача новых рецептов взамен старых. Наивно думать, что в сложных системах путь развития единственен. Не только наивно, но и опасно строить сложную организацию, исходя только из волевых устремлений и намерений субъекта, без знания и учета собственных (внутренних) тенденций развития нелинейных открытых систем.

Синергетика побуждает к разработке новых, нетрадиционных подходов в базовых дисциплинарных областях. В ее рамках разрабатываются фундаментальные представления о том, что в принципе реализуемо в сложных системах и что в них можно осуществить, к чему надо стремиться, как достичь необходимой экономии за счет топологически правильного и быстрого возмущения. И это само по себе исключительно важно. Синергетика позволяет избавиться от постоянных оглядок на редукционизм и от страха перед сложноорганизованными системами, снять традиционные табу и преодолеть стереотипы привычного для классической науки — линейного — мышления.

Синергетика как новая научная парадигма — парадигма самоорганизации и нелинейности — вызывает к жизни новый стиль научного мышления — нелинейное мышление.

Представляется целесообразным сформулировать в тезисной форме основные паттерны нелинейного — синергетического — мышления. При этом, естественно, предлагаемый список не является исчерпывающим. Он остается открытым для возможных дополнений.

♦ Необходимо смотреть на всякое, даже застывшее, явление как на определенную эволюционную стадию процесса его становления и развития. Многообразный ход процессов в разных областях эволюционирующей системы (структуры) сегодня содержит информацию о характере ее прошлого и будущего развития.

♦ Следует учитывать, что существует глубинная необратимость развития, его многовариантность и альтернативность как в исторической ретроспективе, так и в перспективе.

♦ Допускать возможность, что так называемые тупиковые ветви, маргиналии, девианты и даже архаика могут быть — в определенном отношении — совершеннее наличного, современного состояния.

♦ Настоящее не только определяется прошлым, но и строится, формируется из будущего. Ясные, осознанные и латентные, подсознательные установки, это они определяют наше поведение сегодня, тянут нас из будущего.

♦ Всякая система не является свободной, полностью независимой от процессов на нижележащих уровнях организации. При определенных условиях (условиях неустойчивости) микрофлуктуации могут прорываться на макроскопический уровень и определять макрокартину эволюционного процесса. Эффект разрастания (усиления) флуктуаций означает, что в нелинейном мире малые причины могут порождать большие следствия. Аналогичное имеет силу для вышележащих уровней организации. Можно говорить о малых высоко космических, даже, быть может, астрологических, влияниях на человека в состояниях его неустойчивости.

♦ Развитие происходит через неустойчивость, а высшая устойчивость, динамизм развития имеет место благодаря следованию законам ритма, благодаря чередованию, смене состояний, т. е. в некотором смысле благодаря неустойчивости.

♦ Хаос разрушителен (сложные системы в развитых, асимптотических состояниях становятся чувствительными к малым хаотическим флуктуациям на микроуровне), и в то же время хаос конструктивен, созидателен (сам хаос может быть защитой от хаоса, механизмом вывода на структуры-аттракторы эволюции). Хаос конструктивен через свою разрушительность и благодаря ей, он разрушителен на базе конструктивности и через нее. Разрушая, он строит, а строя, приводит к разрушению.

♦ Новое появляется в результате бифуркаций как эмерджентное и непредсказуемое, и в то же время новое «запрограммировано» в виде спектра возможных путей развития, дискретного спектра относительно устойчивых структур-аттракторов эволюции.

♦ Возможна, реализуема в данной среде отнюдь не любая структура, но только определенный дискретный набор структур, обусловленных собственными свойствами этой среды; человеческие действия обречены на провал, если они идут вразрез с внутренними потенциями среды, не соответствуют ни одной из дискретного спектра ее структур-аттракторов.

♦ Нелинейное мышление — это готовность к появлению нового, к неожиданному разрастанию незначительных флуктуаций в макроструктуру, к быстрому, нелинейному росту. И вместе с тем это — готовность к тому, что вновь возникающее может быть не только шагом вперед, но и, по крайней мере в каком-то отношении, шагом назад относительно предыдущего состояния. Словом, нелинейное мышление есть понимание недостаточности схемы последовательной и постепенной кумулятивности в развитии.

♦ Процесс развития сочетает в себе дивергентные тенденции (тенденции к повышению разнообразия) и конвергентные тенденции (тенденции

к его свертыванию) — тенденции канализации, прогресс избирательности.

♦ Эффективное управление сложными системами возможно только как «мягкое», нелинейное управление, когда ориентируются на собственные тенденции (пути) эволюции этих систем, дают возможность им раз- вернуться. Недеяние, действительно, порой вызывает самое сильное действие. Эффективны не сильные, но топологически правильно организованные действия. Действуй с умом, и ты добьешься многого!

♦ Существует возможность сокращать многочисленные зигзаги постепенного эволюционного пути, миновать нелепые и пустые попытки, многочисленные inferны (зло), те попытки, что всё равно будут разрушены, размыты диссипативными процессами. Можно резонансно возбуждать правильные структуры в нелинейной среде, которые почти идеальны, близки к аттракторам эволюции. Причём резонанс — это не привычное нам взаимное усиление параллельных усилий, движений, колебаний, а эффективность малых, но топологически правильных воздействий.

♦ Архитектурно, конфигурационно правильное объединение частей в целое (структур разной степени развитости, «разного возраста» в сложную структуру) создает возможность ускорения темпов эволюции как целого, так и входящих в него систем.

Мы, конечно, допускаем, что конкретный опыт реализации и теоретического представления синергетического мировидения и, в особенности, его притязания на универсальность и эвристику всегда могут быть подвергнуты критике. Но даже скептический взгляд не вправе упускать из виду и полностью отбрасывать некую объективную основу — разработанные в синергетике фундаментальные модели, описывающие эволюционные механизмы самоорганизации сложных систем. Мы будем считать свою задачу выполненной, если даже в души наших критиков будет заронено зерно конструктивного сомнения. Ведь синергетика — один из способов подготовки таких проблемных полей движения мысли, такого рода конструктивных ментальных мицелиев, на основе которых только и возможен прорыв в неизвестное.

ПОСЛЕСЛОВИЕ.

СИНЕРГЕТИКА КАК ФИЛОСОФИЯ НАДЕЖДЫ

Подведем некоторые итоги.

Первое. Синергетика может быть использована как основа междисциплинарного синтеза знания, как основа для диалога естественников и гуманитариев, для кроссдисциплинарной коммуникации, диалога и синтеза науки и искусства, диалога науки и религии, Запада и Востока (западного и восточного миропонимания).

Через синергетику оказывается возможным соединение двух взаимодополнительных способов постижения мира — постижения через образ и через число. Синергетика позволяет сблизить Восток и Запад, восточное, наглядно-образное, интуитивное восприятие мира и западное, логико-вербальное, восточное «правополушарное мышление» и мышление западное «левополушарное».

В результате нынешнего бурного развития математического моделирования, вычислительного (на компьютерах) эксперимента, компьютерной графики открываются возможности для нового синтеза, синтеза видео, аудио и текстуальных средств передачи научной информации. Способности творческого воображения и интуиции получают новые импульсы для развития благодаря погружению человека в виртуальные реальности, моделируемые компьютером. Визуализация синергетических знаний на компьютерах может служить в качестве моста между гуманитарными и естественными науками, а равным образом — между традиционными образцами культуры и новейшими достижениями науки, между красотой произведений искусства и строгостью научных результатов.

Второе. Синергетика может обеспечить новую методологию понимания путей эволюции сложных социальных и человекомерных систем, причин эволюционных кризисов, угроз катастроф, надежности прогнозов и принципиальных пределов предсказуемости в экологии, экономике, социологии, геополитике. Синергетика дает нам знание о конструктивных принципах коэволюции сложных социальных систем, коэволюции стран и регионов, находящихся на разных стадиях развития. Поэтому синергетика может стать основой для принятия обоснованных решений и предсказаний в условиях неопределенности, стохастических потрясений, периодической реорганизации геополитических структур.

С позиции синергетики возможно развитие некоего общего взгляда на принципы коэволюции природы и человечества, закономерности ко-

эволюции, совместной жизни, объединения суверенных государств и геополитических регионов в мировое сообщество, объединения Востока и Запада, Севера и Юга. Можно надеяться на установление новых принципов объединения человеческих личностей и культурно-исторических сообществ, организации пространства коммуникации, диалога между людьми, носителями разных типов мышления, культурных традиций и жизненных ценностей.

Синергетика открывает принципы нелинейного синтеза:

- 1) наличие различных, но не каких угодно, способов объединения структур в одну сложную структуру,
- 2) значение правильной топологии, «конфигурации» объединения относительно простых структур в сложные эволюционные целостности,
- 3) объединение структур как разных темпомиров,
- 4) возможность — при правильной топологии объединения — значительной экономии материальных и духовных затрат и ускорения эволюции целого.

Третье. Будучи междисциплинарной, или трансдисциплинарной, по своему характеру, синергетика позволяет выработать некоторые новые подходы к обучению и образованию, к эффективному информационному обеспечению различных слоев общества. Речь идет об образовании через обучающие компьютерные программы и дискеты, несущие новое видение мира и новые способы мышления, знание как *know how*, реализующие синтез результатов естественных и гуманитарных наук. Естественно-научное образование гуманитаризируется, а гуманитарное становится невозможным без новых естественно-научных, нелинейных математических методов исследования. Новые информационные технологии становятся необходимыми в образовании.

Начавшаяся около десяти лет назад (весной 1992 года) разработка обучающих компьютерных программ по основным представлениям теории самоорганизации (синергетики) открывает возможности для массового обучения синергетике, развития синергетического мировидения. Относительно простые математические модели (дифференциальные уравнения типа теплопроводности, квазилинейные, с источником), визуализированные на экране компьютеров посредством графиков, несут в себе глубоко содержательные идеи. Пользователям программ предоставляется возможность как бы войти в парадоксальный мир эволюционирующих структур-процессов.

Обучающая компьютерная программа в идеале должна строиться как некая увлекательная игра, как драма идей. За графическими образами, картинками, представляющими ход процессов в открытых нелинейных средах, скрываются сложные математические выкладки, многолетние исследовательские работы специалистов в этой области. А сами картинки оказываются доступными многим, даже незнакомым с математикой.

Перед обучающимся, пользователем компьютерного продукта ставятся некоторые вопросы, на которые он самостоятельно пытается найти от-

вет. Или, по крайней мере, обучающемуся предоставляется возможность выбора правильного ответа из некоторого набора возможных ответов. Потом осуществляется проверка и дается объяснение, почему именно этот ответ является правильным.

Персональный компьютер становится установкой, на которой можно воспроизводить реальные процессы, протекающие в открытых и нелинейных средах (сложных системах). Пользователь получает возможность экспериментировать, «играть» ходом процессов и достигать понимания, почему процессы протекают так, а не иначе.

Синергетическое компьютерное обучение позволяет включить у обучающегося внутренние механизмы переработки и продуцирования новых знаний согласно усвоенным общим методам, моделям и схемам, зажечь внутренний огонь творчества в его душе.

Четвертое. Методология нелинейного синтеза, фундированная на научных принципах эволюции и коэволюции сложных структур мира, может лечь в основу проектирования различных путей человечества в будущее. Благодаря синергетике обретаем мы философию надежды.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЛОБАЛЬНЫХ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С УЧЁТОМ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ*

В. А. Белавин, С. П. Капица, С. П. Курдюмов

Исследования законов развития человечества указали на ряд парадоксальных фактов: удивительная устойчивость закона роста населения в течение длительного времени; колебательный характер поведения некоторых внутренних параметров системы; сокращение характерного времени процессов (скейлинг); ограничение применимости указанного закона роста в прошлом и в настоящее время.

В данной работе предпринята попытка применить синергетический подход к исследованию закона роста численности человечества и описать, если возможно, указанные факты. Далее, на основе построенной модели, предлагается ряд следствий и предполагаемых сценариев развития человечества, формулируются возможные постановки задач, развивающие синергетический подход и относящиеся как к количественному, так и к качественному описанию демографических процессов.

1. Введение

1. *Демографические модели.* Человек всегда стремился постичь природу сложного. Как ориентироваться в современном сложном и нестабильном мире? Есть ли границы его предсказуемости и принципиальной непредсказуемости?

Результаты исследований в области нелинейной математики, математического моделирования процессов в открытых нелинейных системах приводят к рождению нового способа видения мира, нового — нелинейно-

* Статья опубликована в «Журнале вычислительной математики и математической физики». 1998. Т. 38. № 6. С. 885–902.

го, синергетического — мышления. Синергетика открывает для исследования необычные стороны мира — его нестабильность, неединственность путей развития, условия существования и устойчивого развития сложных структур. С позиций синергетики открываются возможности поиска универсальных принципов формирования и эволюции сложных систем, необходимых для моделирования эволюционных процессов и катастрофических ситуаций [1–7].

Долгое время демография, подобно другим статистическим дисциплинам, использовала методы линейного моделирования. Зависимость скорости увеличения населения полагалась пропорциональной числу людей, откуда следовал экспоненциальный закон роста населения и постоянство относительной скорости роста.

Тщательные демографические исследования показали, что линейное приближение может быть использовано только на небольших участках временной оси, а в экспоненциальном законе нужно использовать меняющийся со временем коэффициент, отражающий изменение относительной скорости роста. Такой коэффициент в квазилинейной зависимости скорости роста от численности населения включает в себя параметры, изменяющиеся со временем (скорость их изменения полагается много меньше характерной скорости изменения численности населения), такие, как среднее время жизни, вероятность рождения ребенка у женщины данного возраста, зависимость смертности от возраста (как в отдельных регионах, так и в целом на земном шаре), и содержащие зависимость от социальных, экономических и внешних по отношению к обществу факторов [8].

Демографические прогнозы, однако, в последнее время становятся менее точными, что обусловлено, прежде всего, существенным увеличением скоростей изменения упомянутых величин. Различные прогнозы численности человечества на ближайшие 30–40 лет различаются в несколько раз. На рис. 1.1 изображены различные проекции роста населения мира согласно прогнозам ООН [9] и NASA [10] (1 — постоянная фертильность; 2 — постоянная скорость роста; 3 — кризис третьего мира; 4 — высокий вариант ООН; 5 — средневысокий вариант ООН; 6 — медленный спад фертильности; 7 — средний спад фертильности; 8 — медленное снижение смертности; 9 — постоянная смертность; 10 — средненизкий вариант ООН; 11 — низкий вариант ООН; 12 — быстрое снижение фертильности; А — модель, предложенная в [11], [12]).

Вообще, в настоящее время считается, что демографические прогнозы могут быть получены с достаточно высокой точностью только на периоды не более 40 лет, если же длительность прогноза превышает эти ограничения, точность прогноза уменьшается катастрофически [8].

2. Системный подход в демографии. Существенной особенностью большинства демографических исследований является разделение населения земного шара на регионы и раздельное рассмотрение процессов роста населения в каждом из них. Такой подход оправдан тем, что тенденции роста населения в различных регионах очень различаются. При этом

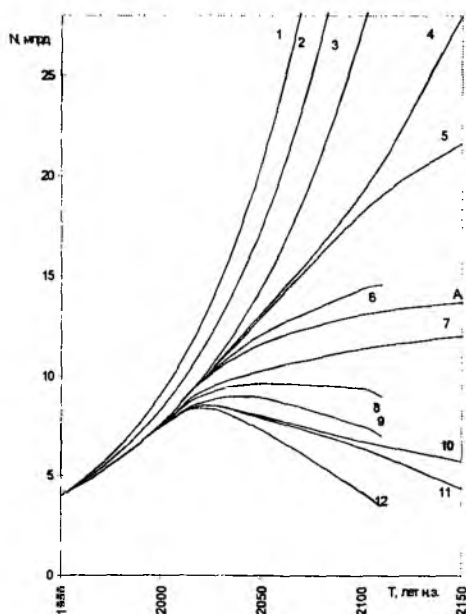


Рис. 1.1

такое разделение обрывается в зависимости от уровня детализации на государствах или группах государств, иногда на регионах внутри государств. Мир предстает как дискретная схема разделенных объектов с некоторыми взаимосвязями между ними.

В последнее время стала очевидной необходимость рассмотрения народонаселения Земли как единой взаимосвязанной системы. В демографии все шире стал применяться системный подход, в рамках которого население Земли рассматривается как «целеустремленная самоуправляющаяся система» [8]. Понятие целеустремленности понимается демографами как самоподдержание определенных законов развития этой системы, независимо, а иногда вопреки воздействиям на нее как извне (болезни, стихийные бедствия и пр.), так и изнутри (демографическая и социально-экономическая политика, войны и пр.) Одним из ключевых моментов системного подхода в демографии является выявление законов развития демографической системы, неизменных в течение длительного времени (даже в течение всего времени развития человечества).

3. *Обострение в законе роста народонаселения.* В работах [11], [12] системный подход был распространен на исследование всего периода существования человечества. Были исследованы и обобщены данные о численности населения Земли за всю историю существования человечества. Предложенная теория согласуется с мнением многих современных

демографов о том, что скорость роста населения пропорциональна не первой, а второй степени, квадрату числа людей. Такой закон приводит к гиперболическому росту населения, так называемому *режиму с обострением*:

$$N = C_0 / (T_0 - t)^k, \quad k > 0 \quad (1.1)$$

Режим с обострением характерен тем, что N неограниченно возрастает за конечное время. Реально бесконечность, конечно, не достигается, но значение и скорость роста N вблизи момента обострения T_0 возрастает на несколько порядков. Для постоянных C_0 , T_0 и k в [11], [12] были получены значения: $C_0 = 186 \times 10^9$, $T_0 = 2007$, $k = 1$. График функции $N(t)$ представлен на рис. 1.2. (Время t измеряется в годах новой эры (от Рождества Христова), время до н. э. имеет отрицательный знак.)

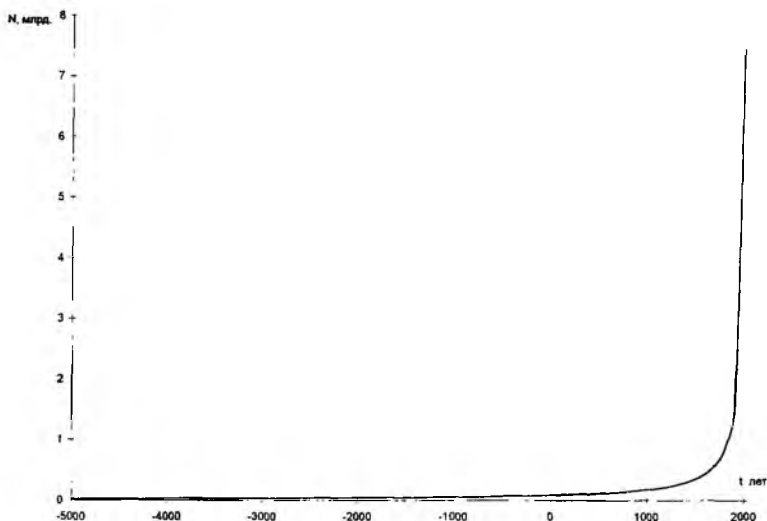


Рис. 1.2

Подобные законы были предложены и ранее, например, Г. фон Форстером (он получил $C_0 = 187 \times 10^9$, $T_0 = 2027$, $k = 0.99$) и С. Хорнером ($C_0 = 200 \times 10^9$, $T_0 = 2025$, $k = 1$).

Постоянные C_0 , T_0 и k были получены из статистического анализа демографических данных. Следует отметить, однако, что если даже сейчас точность самых аккуратных демографических исследований (например, переписи населения в развитых странах) не превышает 0.3–1.0 % [8], то погрешность демографических данных за последние столетия оценивается в десятки процентов, а численность населения несколько десят-

ков тысяч лет назад может быть определена в лучшем случае с ошибкой несколько раз, иногда всего лишь с точностью до порядка [8], [11].

4. *Особенности развития демографической системы. Устойчивость, синхронность, периодические процессы.* Можно указать также другие факты, подтверждающие важность рассмотрения человечества как единой системы: это устойчивость гиперболического закона роста в течение миллионов лет, а также относительная синхронность смен исторических эпох в различных регионах Земного шара. (Этот факт может служить подтверждением правомерности системного исследования населения Земли даже тогда, когда средства связи и транспорта, казалось бы, были недостаточно развиты, чтобы связать между собой различные части планеты.) Кроме того, в смене эпох была отмечена периодичность с частотой, возрастающей по тому же гиперболическому закону (см. табл., а также [12]).

На протяжении каждого из 11 прошедших до настоящего времени периодов на земном шаре жило одинаковое число людей (около 9 миллиардов человек). Относительная скорость роста численности людей при этом обратно пропорциональна удалению в прошлое от момента обострения. Такого рода *скейлинг* является неотъемлемым свойством степенных авторежимов, один из которых и наблюдается в данной системе.

5. *Синергетический подход к исследованию сложных систем.* Синергетика расширяет системный подход, открывая возможности поиска универсальных принципов формирования и эволюции сложных систем, необходимых для моделирования эволюционных процессов и катастрофических ситуаций. Синергетика предлагает свои модели развития сложных систем, в том числе модель роста населения земного шара. Синергетический подход требует учета не только временных закономерностей процессов, но и пространственного распределения населения, взаимного влияния процессов, происходящих в разных регионах мира и, вообще говоря, с разной скоростью. Аналогичные проблемы возникают также и в других областях социальных исследований, например, в теоретической географии (иерархия и сети городов, концентрация населения в городах и пр.).

Предельно краткая характеристика синергетической модели сложной системы включила бы в себя три основные идеи: *нелинейность, открытость, диссипативность*.

Нелинейность — избирательность, необычная реакция на внешние воздействия, когда «правильное» воздействие оказывает большее влияние на эволюцию системы, чем воздействие более сильное, но организованное неадекватно ее собственным тенденциям.

Открытость — наличие нелинейных обратных связей, нелинейных внешних источников и стоков (энергии, ресурсов, информации и пр.) как необходимое условие существования неравновесных состояний, в противоположность замкнутой системе, неизбежно стремящейся, в соответствии со вторым началом термодинамики, к однородному равновесному состоянию. В совокупности с нелинейностью — это фактор, создающий и

Период	Эпоха	Век	ДЕМОГРАФИЯ и АНТРОПОЛОГИЯ					ИСТОРИЯ и ТЕХНИКА	
			θ	t	N	Период	Δt		
ГОЛОЦЕН	С	И	13	2 175 2 050	13 млрд 10.5 млрд	стабилизация	125	переход к 14 млрд.; изменение возрастного состава, урбанизация; ← T_0	
		С	12	2 007	7 млрд	мировой демогра- фический переход	42		
		Т	11	1 965	3.5 млрд		42		
	В	О	10	1 840	—	иовейшая	125	← наст. время. Компьютеры, мировые войны, электро- энергия; Фр.революция, велик.геогр.откр., книгопечат.;	
		Р	9	1 500	1 млрд	новая	340		
		И	8	500 н.э	—	средние века	1 000		
		Я	7	2 000 до н.э	100 млн	древний мир	2 500		
		КАМЕННЫЙ	6	9 000 до н.э	—	неолит	7 000		← Р.Х. Греция, Будда, письменность; Египет, Китай, Индия, керамика, бронза;
			5	29 000 до н.э	10 млн	мезолит	20 000		
			4	80 000 до н.э	—	мустье	51 000		
3	220 000 до н.э		1 млн	ашель	140 000				
2	600 000 до н.э		—	шелль	380 000				
ПЛЕЙСТОЦЕН	ВЕК	1	1 600 000 до н.э	100 000	олдувай	1 000 000	Рубила; Homo Habilis; отделение гоминид от гоминоидов в Африке		
		А	0	4 400 000 до н.э	(1)	—		2 800 000	

поддерживающий неоднородности в среде. Примеры самовоздействий такого рода могут быть самыми различными — сокращение ширины спектральных линий в лазерах, генерация и усиление колебаний в радиотехнике, биологические катализаторы, многократно ускоряющие химические реакции в организме.

Диссипативность — макроскопическое проявление хаотических процессов, протекающих на микроуровне. С одной стороны, это — фактор «естественного отбора», разрушающий все, что не отвечает тенденциям развития, «молоток скульптора», которым тот отсекает все лишнее от глыбы камня, создавая скульптуру. С другой стороны, это — фактор когерентности, связывающий структуры внутри сложного формообразования, устанавливающий в них общий темп развития. Это — аналог диффузии самого разного рода: миграция населения, распространение инфекционных болезней, передача знаний, научной и культурной информации [5–7], [13], [14].

Простейшей моделью, реализующей такой подход, является модель, основанная на рассмотрении квазилинейного уравнения теплопроводности с нелинейными источником и, возможно, стоком.

2. Синергетическая модель роста населения Земли без учета пространственного распределения

Дифференциальный закон роста, учет влияния линейных членов. Закону роста (1.1) соответствует обыкновенное дифференциальное уравнение:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{N^2}{C_0}. \quad (2.1)$$

Кажется удивительным, что закон роста человечества описывается уравнением, содержащим только источник и не содержащим стоков. В демографии в уравнениях, описывающих рост численности населения, присутствуют линейные слагаемые, как положительные, так и отрицательные. Однако закон роста (1.1) опирается на анализ демографических данных [11], [12], [15]. Можно предположить, что согласованность различных процессов в демографической системе выражается в квадратичной зависимости в правой части уравнения (2.1). Кроме того, по-видимому, для глобального рассмотрения человечества линейными членами можно пренебречь, по крайней мере начиная с некоторого момента. Это обусловлено тем, что при росте числа людей неизбежно наступит момент, когда линейные слагаемые будут много меньше квадратичного источника. Значение этого момента зависит исключительно от соотношения между параметром C_0 (в уравнении (2.1)) и коэффициентом при линейном члене.

Добавив в уравнение (2.1) линейный сток, получим уравнение:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{N^2}{C_0} - \frac{N}{C_1}. \quad (2.2)$$

Аналитическое решение данного уравнения, содержащее режим с обострением, выглядит следующим образом:

$$N(t) = \frac{C_0}{C_1} \frac{1}{1 - \exp(-(T_0 - t)/C_1)}. \quad (2.3)$$

Разложение такой зависимости в ряд вблизи T_0 дает:

$$N(t) \approx \frac{C_0}{T_0 - t} + \frac{C_0}{C_1} \left(\frac{1}{2} + O(T_0 - t) \right). \quad (2.4)$$

Очевидно, что вторым и последующими членами разложения (2.4) можно пренебречь при условии $T_0 - t \ll C_1$. Следовательно, принципиально важна величина параметра C_1 . Из [11], [12] очевидно, что она должна быть такой, чтобы разложение (2.4) было справедливым в течение примерно миллиона лет, иначе говоря, величина C_1 должна быть не менее 10^5 лет. Поэтому значение C_1 , которое может быть получено из демографических данных обращением среднегодовых демографических коэффициентов (например, коэффициента смертности), $C_1 < 10^3$ лет, не может быть использовано в данном случае (На рис. 1.3 изображен график зависимости $N(t)$ (2.3) при значениях $C_1 = 10^3$ и 10^6 лет, $C_0 = 10^{11}$.)

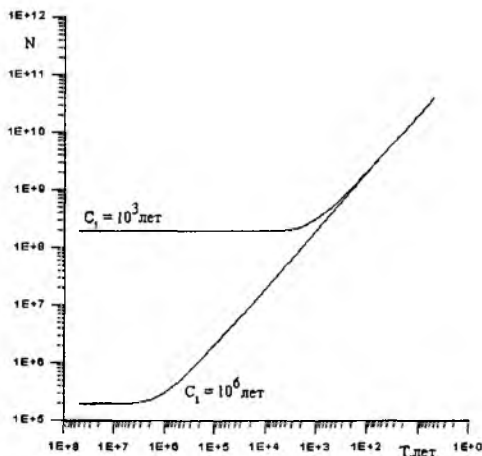


Рис. 1.3

Как видно на рисунке, при $C_1 = 10^6$ лет гиперболический рост начинается около миллиона лет назад, что согласуется с парадоксальным выводом, сделанным в [11], [12]. До этого наблюдается длительный период, характеризующийся практическим постоянством численности, который можно интерпретировать как период развития человекообразных обезьян, предшествующий появлению человека. Это косвенно подтверждается и величиной N в течение этого периода ($\sim 10^5$), характерной для численности популяции высокоразвитых млекопитающих, но не человека.

Существенным является и тот факт, что при наличии отрицательного линейного слагаемого в правой части уравнения (2.1) у решения появляется пороговое значение $N_{cr} = C_0/C_1$, для $C_1 = 10^6$ лет $N_{cr} \approx 2 \times 10^5$ человек (См. рис. 1.4: поведение решения уравнения (2.2) выше и ниже порогового значения N_{cr} при $C_0 = 2 \times 10^{11}$, $C_1 = 10^6$. Гибель людей в результате исторической флуктуации I приведет к возобновлению роста, но с другим моментом обострения, флуктуация II ведет к вымиранию популяции.)

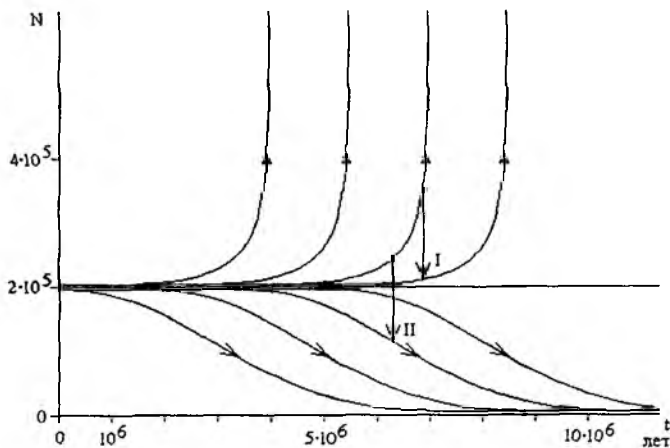


Рис. 1.4

Решение, лежащее ниже N_{cr} , описывается выражением:

$$N(t) = \frac{C_0}{C_1} \frac{1}{1 + \exp((t - t_0)/C_1)}$$

Стационарное решение $N \equiv N_{cr} = \text{const}$ неустойчиво. Однако вблизи него существует область, внутри которой решение изменяется крайне медленно, так что флуктуации могут неоднократно перебрасывать решение через границу, прежде чем оно начнет устойчиво следовать режиму с обострением или уменьшаться к нулю.

Исследование населения Земли как непрерывной открытой нелинейной системы в рамках синергетического подхода предполагает рассмотре-

ние уравнения в частных производных, содержащего, помимо нелинейного объемного источника, еще и нелинейный диссипативный член.

3. Исследование синергетической модели с учетом пространственного распределения

1. *Нелинейная открытая диссипативная модель.* Построим соответствующее (2.1) уравнение в частных производных. Объемный источник представим функцией $Q(n)$, а диссипативный член запишем в форме диффузионного слагаемого с коэффициентом диффузии $C(n)$:

$$\frac{\partial n}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(C(n) \frac{\partial n}{\partial x} \right) + Q(n); \quad (3.1)$$

$$n \geq 0; \quad x \in (-\infty, \infty); \quad t \in (t_0, T_0)$$

Здесь $C(n)$ и $Q(n)$ — некоторые достаточно произвольные функции, а n характеризует пространственную плотность населения, полное число людей: $N(t) = \int n(t, x) dx$.

2. *Антропный принцип. Особый случай степенной нелинейности.* Исследование задачи (3.1) методом приближенных автомодельных решений (ПАР) показало, что для широкого класса зависимостей $C(n)$ и $Q(n)$ на развитой стадии развития его решение может быть приближенно описано более простыми уравнениями, в которых зависимости $C(n)$ и $Q(n)$ являются степенными или экспоненциальными, либо уравнением типа Гамильтона-Якоби [16], [17]. Дальнейшие исследования, в том числе инвариантно-групповыми методами, показали, что только уравнения со степенными зависимостями в источнике и диссипативном члене ($C(n) = n^\alpha$, $Q(n) = n^\beta$) содержат при некоторых ограничениях на показатели степеней σ и β спектр сложных (с несколькими максимумами) структур [1], [13], [18–20]. Так как математическая модель сложной системы должна обладать сложным спектром аттракторов-структур, которые возникают на развитой стадии эволюции (*антропный принцип*) [7], — прежде всего имеет смысл рассмотреть именно уравнение со степенными нелинейными зависимостями (ниже будет также показано, что в этом случае интеграл от решения N описывается уравнением (2.1)). Кроме того, поскольку автомодельное решение обладает симметрией относительно точки максимума простой структуры, мы можем рассматривать задачу (3.1) на полупрямой, добавив условие симметрии:

$$\frac{\partial n}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(C n^\sigma \frac{\partial n}{\partial x} \right) + Q n^\beta; \quad n \geq 0$$

$$n|_{t=t_0} = \begin{cases} n_0(x); & x \leq x_{f_0}; \\ 0; & x > x_{f_0}; \end{cases}$$

$$\partial n / \partial x|_{x=0} = 0;$$

$$x \in (0, \infty); \quad t \in (t_0, T); \quad \sigma > 0; \quad \beta > 0; \quad C, Q = \text{const} > 0.$$

Произведя замену переменных: $t' = tQ$; $x' = x\sqrt{Q/C}$ — и опустив штрихи при новых переменных, получим уравнение в безразмерных координатах:

$$\frac{\partial n}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(n^\sigma \frac{\partial n}{\partial x} \right) + n^\beta. \quad (3.2)$$

3. Метод осреднения для исследования предложенной модели. Для качественного описания поведения решений данного уравнения используем метод осреднения (см. [1], [21–23]). Для этого произвольное решение уравнения представляется в виде:

$$n(x, t) = g(t) F(\xi, t),$$

$$\xi = \frac{x}{\varphi(t)}; \quad (3.3)$$

$$F_\xi(0, t) = 0, \quad F_\xi|_{\xi: F(\xi, t) = 0} = 0;$$

В таком представлении $g(t)$ характеризует амплитуду функции $n(t, x)$, $\varphi(t)$ — ее пространственную ширину, а полученная для этих функций осредненная система (3.7) приближенно описывает выход на автомодельный режим для простой структуры (т. е. для решения задачи (3.2), содержащей один максимум).

Если $F(x, t)$ не зависит явно от t , то автомодельные зависимости зависимости g и φ от времени являются степенными, и соответствующее им автомодельное решение уравнения (3.2) выглядит следующим образом:

$$n_a(x, t) = (T_0 - t)^A F(\zeta),$$

$$\zeta = \frac{x}{(T_0 - t)^B}; \quad (3.4)$$

$$A = (1 - \beta)^{-1}; \quad B = \frac{\beta - \sigma - 1}{2(\beta - 1)};$$

где $F(\zeta)$ удовлетворяет уравнению:

$$AF - BF'\zeta + F''F^\sigma + \sigma F^{\sigma-1} F'^2 + F^\beta = 0. \quad (3.5)$$

Если предположить, что для некоторого класса решений интегралы

$$\int F^m(\xi, t) d\xi, \quad \int F^m(\xi, t) F_\xi d\xi, \quad \int F^m(\xi, t) F_\xi^2 d\xi; \quad (3.6)$$

можно считать постоянными, тогда, интегрируя по x уравнение (3.2) само по себе и с весом n^α (осредняя уравнение по автомодельному профилю), получим систему уравнений для $g(t)$ и $\varphi(t)$:

$$\frac{dg}{dt} = \frac{g^{\sigma+1}}{\alpha\varphi^2} X + \frac{g^\beta}{\alpha} Y, \quad (3.7)$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{g^\sigma}{\alpha\varphi} Z + \frac{g^{\beta-1}}{\alpha} \varphi T.$$

Здесь X, Y, Z и T — некоторые комбинации интегралов функции $F(\xi, t)$ вида (3.8):

$$X = -\alpha(\alpha+1)E; \quad Y = (\alpha+1)F - C; \\ Z = \alpha(\alpha+1)E; \quad T = (\alpha+1)(C - F);$$

$$C = \left(\int F d\xi \right)^{-1} \int F^\beta d\xi, \\ F = \left(\int F^{\alpha+1} d\xi \right)^{-1} \int F^{\beta+\alpha} d\xi, \\ E = \left(\int F^{\alpha+1} d\xi \right)^{-1} \int F^{\sigma+\alpha-1} F_\xi^2 d\xi.$$

Автомодельному решению (3.4) уравнения (3.2) соответствуют автомодельные решения системы (3.7):

$$g = (T_0 - t)^A; \\ \varphi = (T_0 - t)^B; \quad (3.8)$$

$$A = (1-\beta)^{-1}; \quad B = \frac{\beta-\sigma-1}{2(\beta-1)}.$$

Осредненная система качественно верно описывает эволюцию простой (имеющей единственный максимум) структуры (см. [1]). В применении к сложной системе переменные g и φ можно интерпретировать, соответственно, как усредненные значения максимума и полуширины для простых структур, формирующих в совокупности данную сложную структуру. Это означает, что при постоянном значении полного числа людей $N \sim g\varphi$ увеличение значения g (и уменьшение φ) означает усиление концентрации населения вблизи точек максимума плотности, а увеличение φ (и уменьшение g) означает децентрализацию, переход части населения в области с меньшей плотностью заселения.

4. *Фазовые траектории, качественное описание поведения системы.* Система (3.7) определяет кривую на плоскости (g, φ) , удовлетворяющую следующему уравнению:

$$\frac{dg}{d\varphi} = \frac{g}{\varphi} \frac{X + g^{\beta-\sigma-1} \varphi^2 Y}{Z + g^{\beta-\sigma-1} \varphi^2 T}. \quad (3.9)$$

В этом случае для выполнения закона роста (1.1) необходимо выполнение следующего соотношения между β и σ : $3\beta = \sigma + 5$. Из этого соотношения при $\sigma > 0$ следует условие: $\beta > 5/3 > 1$, что обеспечивает развитие системы в режиме с обострением [1, 16, 21].

В ряде случаев, однако, удобнее оказывается перейти к другим фазовым переменным и вместо g рассматривать комбинацию $s = g^{(\beta-\sigma-1)} \varphi^2$:

$$\frac{ds}{d\varphi} = \frac{s}{\varphi} \frac{V + sW}{Z + sT}. \quad (3.10)$$

Здесь

$$\begin{aligned} W &= (\beta - \sigma - 1)Y + 2T; \\ V &= (\beta - \sigma - 1)X + 2Z. \end{aligned}$$

Тогда автомодельная фазовая траектория описывается равенством: $s = 1 = \text{const}$, при этом на неавтомодельных траекториях s есть монотонная функция времени (возрастающая при $s < 1$, убывающая при $s > 1$ и стремящаяся к 1 при $t \rightarrow T_0$, см., например, рис. 1.5).

Типичные зависимости $s(\varphi)$, вблизи автомодельного решения системы (3.7) показаны на рис. 1.6 (неавтомодельные фазовые траектории уравнения (3.10)). Кривые А и В соответствуют значениям $\sigma < 1$ ($\beta > \sigma + 1$, LS-режим), Е и F — $\sigma > 1$ ($\beta < \sigma + 1$, HS-режим), С и D — предельные кривые, соответствующие формально значению $\sigma = 1$ ($\beta = \sigma + 1$, S-режим), и на рис. 1.7 (взаимное расположение фазовых кривых уравнения (3.9) в переменных N и φ , где $N \sim g\varphi$ — полное число людей): а — LS-режим ($\beta > \sigma + 1$), б — S-режим ($\beta = \sigma + 1$), в — HS-режим ($\beta < \sigma + 1$).

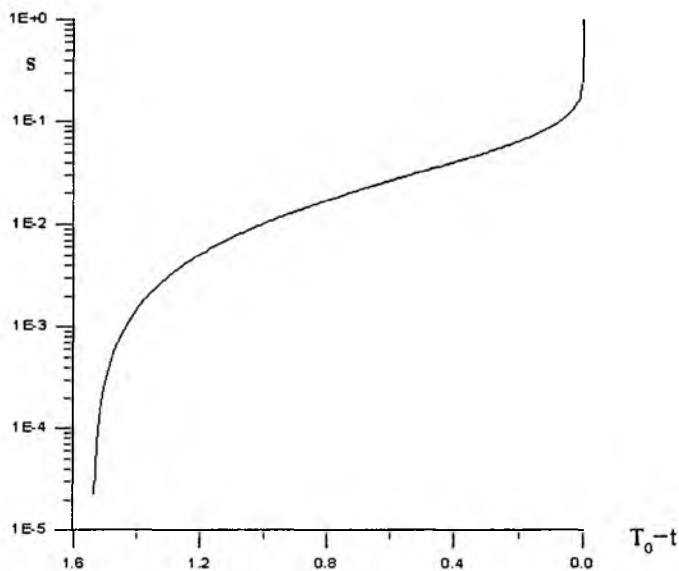


Рис. 1.5

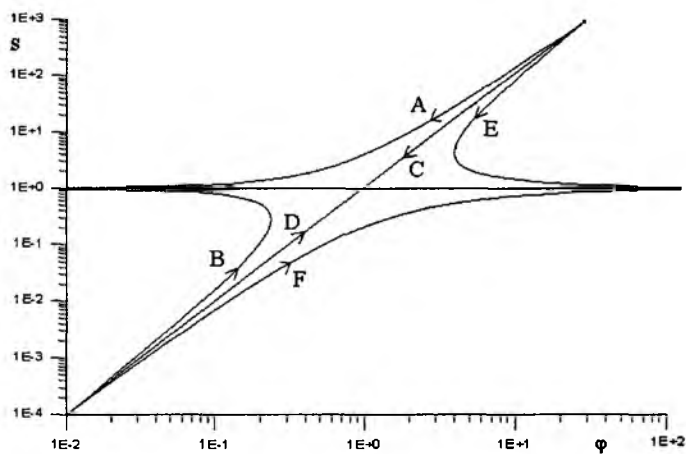


Рис. 1.6

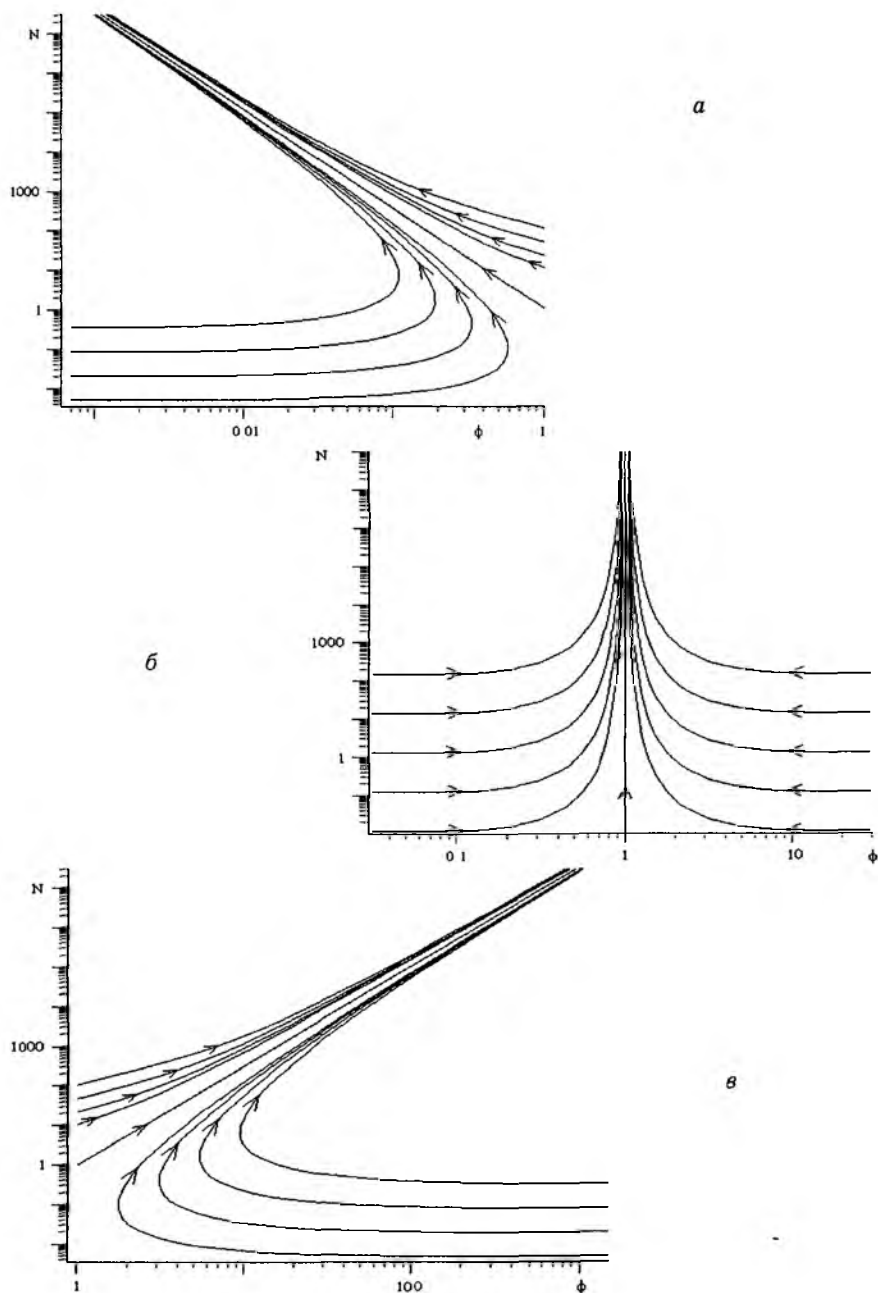


Рис. 1.7

При различных соотношениях между β и σ развитие системы реализуется в трех различных режимах:

HS-режим ($\beta < \sigma + 1$): автомодельное решение $\varphi(t)$ (3.8) увеличивается в режиме с обострением, решение $u(x, t)$ уравнения (3.2) стремится к бесконечности во всем пространстве при стремлении времени к моменту обострения.

S-режим ($\beta = \sigma + 1$): автомодельное решение $\varphi(t)$ остается постоянным со временем, $u(x, t)$ растет в режиме с обострением, оставаясь локализованным в конечной области пространства, стремясь к бесконечности в каждой точке этой области.

LS-режим ($\beta > \sigma + 1$): автомодельное решение $\varphi(t)$ и эффективная область локализации уменьшаются по степенному закону по мере приближения к моменту обострения, $u(x, t)$ возрастает в режиме с обострением, стремясь к бесконечности только в одной точке (в центре).

Особенности этих режимов см. в [1], [13], [14], [22–24].

Здесь нужно отметить, что при удалении от автомодельного решения интегралы (3.6) все в большей степени отличаются от соответствующих интегралов автомодельного решения, и осредненная система, следовательно, перестает правильно описывать решения уравнения (3.2).

4. Локализация решения в S- и LS-режимах

1. *Строгая локализация решения в S-режиме.* Очень важным частным случаем является соотношение $\sigma = 1$, $\beta = 2 = \sigma + 1$ (S-режим). В этом случае можно разделить переменные x и t и построить аналитическое автомодельное решение уравнения (3.2):

$$n = g(t)F(\xi);$$

$$\xi = \frac{x}{\varphi(t)},$$

где

$$g(t) = (T_0 - t)^{-1};$$

$$\varphi(t) = 1 = \text{const};$$

$$F(\xi) = \begin{cases} \frac{4}{3} \cos^2\left(\frac{\sqrt{2}}{4}\xi\right), & |\xi| \leq L_s; \\ 0, & |\xi| > L_s; \end{cases}$$

$$L_s = \sqrt{2}\pi.$$

($2L_s$ — фундаментальная длина, на которой локализовано автомодельное решение). Важнейшая особенность этого решения заключается в том, что оно неограниченно возрастает за конечное время, оставаясь локализо-

ванным на фундаментальной длине. Вне отрезка $(-L_s, L_s)$ решение тождественно нулю, тогда как внутри него стремится к бесконечности в каждой точке [25].

2. *LS-режим. Эффективная локализация. Зависимость ширины области локализации от начального возмущения.* Более того, в работах [1], [13] показано, что автомодельное решение уравнения (3.2) при $\beta > \sigma + 1$ можно считать эффективно локализованным на фундаментальной длине LS-режима:

$$L_{LS} \sim \pi \sqrt{\frac{2(\beta + \sigma + 1)}{\sigma(\beta - 1)}} g^{\frac{\beta - \sigma - 1}{2}}$$

Фундаментальная длина имеет важное значение в приложении к демографическим исследованиям. Оценка ее может оказать существенное влияние на прогнозирование дальнейшего роста населения Земли. Так, если фундаментальная длина меньше характерных размеров Земного шара, то она может оказывать влияние на пространственное распределение населения, так, что регионы, удаленные более чем на фундаментальную длину, имеют тенденцию к обособлению друг от друга, тогда как расположенные рядом — тенденцию к объединению в единую сложную структуру [14], [21], [22], [24], [26].

5. Влияние линейного стока

Строгая локализация в S-режиме. Пороговость начального возмущения. Добавление в уравнение (3.2) линейного стока приводит к следующему уравнению:

$$\frac{\partial n}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(n^\sigma \frac{\partial n}{\partial x} \right) + n^\beta - \kappa n.$$

где

$$\kappa > 0; \quad n \geq 0;$$

$$\frac{\partial n}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0;$$

$$x \in (0, \infty); \quad t \in (t_0, T);$$

$$\sigma > 0; \quad \beta > 0.$$

Данное уравнение в общем случае не имеет инвариантно-группового решения, однако в частном случае $\beta = \sigma + 1$ такое решение может быть построено [1], [26], [27]. Из соотношений $\beta = \sigma + 1$ и $3\beta = \sigma + 5$ следует, что $\beta = 2$, $\sigma = 1$ и, следовательно:

$$n = g(t)F(\xi);$$

$$\xi = \frac{x}{\varphi(t)},$$

где

$$g(t) = \lambda \kappa (\lambda + (1 - \lambda) \exp(\sigma \mu))^{-1};$$

$$\varphi(t) = 1 = \text{const};$$

$$F(\xi) = \begin{cases} \frac{4}{3} \cos^2\left(-\frac{\sqrt{2}}{4} \xi\right), & |\xi| \leq L_s; \\ 0, & |\xi| > L_s; \end{cases}$$

$$L_s = \sqrt{2}\pi.$$

Здесь $2L_s$ — фундаментальная длина, на которой локализовано автомодельное решение, $\lambda = \text{const}$ — постоянная разделения переменных; тогда

$$N(t) = \int n(x, t) dx = g\varphi \int F(\xi) d\xi = Ag(t); \quad (5.1)$$

где

$$A = \int F(\xi) d\xi = \frac{4\sqrt{2}}{3}\pi.$$

Раскладывая (5.1) в ряд вблизи $T_0 = (1/\sigma\kappa)(\ln \lambda - \ln(\lambda - 1))$, получим:

$$N(t) = \frac{C_0}{T_0 - t} + C_0\kappa \left[\frac{1}{2} + O(T_0 - t) \right], \quad (5.2)$$

где

$$C_0 = \frac{4\sqrt{2}\pi}{3}.$$

Разложение (5.2) соответствует разложению (2.4) решения $N(t)$ уравнения (2.2).

Вблизи момента обострения (то есть при выполнении соотношения $T_0 - t < 1/\kappa$) и при условии $N > N_{cr} = (C_0\kappa)$ система ведет себя практически так же, как и в отсутствие линейного стока, фундаментальная длина не зависит от величины κ , т. е. решение остается локализованным в той же области, что и в отсутствие стока. Однако если условие $N > N_{cr}$ не выполнено, то роста в режиме с обострением не происходит, и решение стремится к нулю. Можно предполагать, что такое поведение сохраняется и при небольших отклонениях β и σ от соотношения $\beta = \sigma + 1$.

6. Устойчивость и колебательные процессы в демографической системе

Устойчивость закона роста народонаселения. Флуктуации — возможная причина появления колебательных процессов. Картина взаимного расположения фазовых кривых $N(\varphi)$ (рис. 1.7) объясняет кажущуюся удивительной устойчивость закона (1.1) в течение длительного времени. Флуктуации могут перебросить систему на другую фазовую траекторию или изменить момент обострения, но система большую часть времени развития нечувствительна к таким воздействиям. Сходимость фазовых траекторий означает их устойчивость по отношению к флуктуациям, а изменение момента обострения может существенным образом проявиться только в непосредственной близости от него.

Какие же колебательные процессы могут возникнуть в такой системе? Одним из возможных механизмов их возникновения могут быть флуктуации, присутствующие в любой сложной системе. Как видно, фазовые плоскости уравнения (3.9) разделены на области возрастания и убывания $\varphi(t)$. Область вблизи точки поворота на фазовых траекториях LS- и HS-режимов — это область максимальной неустойчивости по отношению к малым и конечным флуктуациям (исключая область вблизи момента обострения). Так как кажется естественным предположить, что в начальной стадии развития системы значения g и φ (а следовательно, и s) были малыми, далее подробно рассматриваются значения $\sigma < 1$ (LS — режим).

Исследования показывают, что флуктуации значений g и φ могут привести к возникновению колебательных процессов. Такую роль могут играть как флуктуации пространственного распределения людей, так и изменение уровня образования, здоровья и других параметров, характеризующих человеческую цивилизацию.

Для ответа на вопрос о влиянии флуктуаций на поведение решений осредненной системы (3.7) и пространственного интеграла $N(t)$ был поставлен численный эксперимент.

7. Численный эксперимент. Влияние флуктуаций на поведение решений осредненной системы

1. Постановка задачи. Методика численного решения осредненной системы. Введение флуктуаций в разностную задачу. Осредненная система (3.7) строилась для одномерной безразмерной задачи, т. е. для задачи (3.2).

Для вычисления необходимых интегралов (3.6) численно решалось уравнение (3.5) с граничными условиями:

$$F' \Big|_{\xi=0} = F'(\infty) = F(\infty) = 0.$$

Соответствие решения граничным указанным условиям обеспечивалось решением уравнения (3.5) методом стрельбы от удаленной точки ζ_i в сторону нуля с обеспечением выполнения условия $F' = 0$ в точке $\zeta = 0$.

После этого вычислялись интегралы X, Y, Z, T, V, W . (Значение a брались равным единице.)

Система (3.7) решалась численно с переменным шагом, выбираемым в соответствии со структурой автомодельного решения (3.8) таким образом, чтобы при слишком большом приращении g за один шаг величина шага h уменьшалась так, чтобы выполнялось соотношение ($\delta g < Kg$). K — параметр, находящийся в пределах от 10 до 1000. На каждом шаге интегрирования значение φ возмущалось случайным образом. Величина относительной флуктуации $\Delta = \delta\varphi/\varphi$ имела близкое к нормальному распределение с нулевым средним и дисперсией D^2 в единицу времени. Распределение флуктуаций моделировалось численно случайным выбором равномерно распределенного индекса массива значений интеграла ошибок в пределах от 0 до $4Dh^{1/2}$, см., например, [28], [29] (таким образом, максимально возможное значение относительной флуктуации на одном шаге было равно $4Dh^{1/2}$). Плотность вероятности $p(\Delta)$ распределения относительных флуктуаций показана на рис. 1.8. (Шкала D размечена в единицах среднеквадратичного отклонения.)

В предположении о независимости последующих флуктуаций от предыдущих дисперсия флуктуаций на одном шаге устанавливалась пропорциональной продолжительности шага. Начальные значения g и φ устанавливались так, чтобы соответствующее значение s было в пределах $0.001 \div 0.01$.

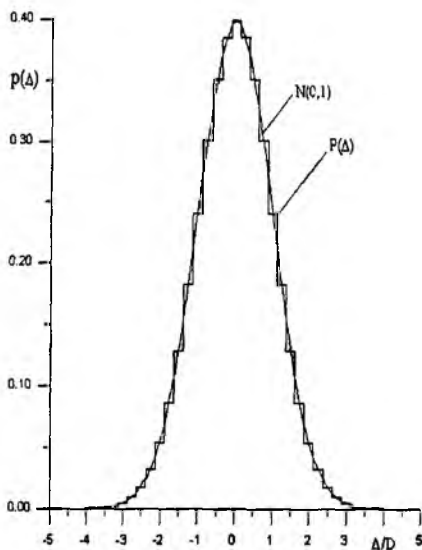


Рис. 1.8

Одновременно с изменением φ значение g изменялось таким образом, чтобы величина $g\varphi$, характеризующая полное число людей N , оставалась неизменной. Иначе говоря, рассматривались флуктуации пространственного распределения населения.

2. Основные результаты численного эксперимента. *Немонотонность решения. Колебательные процессы. Сокращение периода.* Численное исследование такой задачи дало следующие результаты: для $\sigma = 0.1$ при значениях $D < 10^{-2}$ флуктуации не оказывали заметного влияния на развитие системы. При значении $D \sim 1$ фазовая траектория решения состояла преимущественно из случайных скачков. При промежуточных значениях D ($\sim 10^{-2} \div 10^{-1}$) флуктуации нарушали монотонность поведения функции $\varphi(t)$.

Отношение значений φ к φ_0 (соответствующему численному решению системы (3.7) без флуктуаций) демонстрируют появление колебательных процессов при значении $D = 10^{-1}$.

На рис. 1.9 изображено отношение φ при наличии флуктуаций к невозмущенному значению φ_0 от времени. Хорошо видна эквидистантность минимумов в логарифмическом масштабе времени. (На рис. 1.10 по оси абсцисс отложен порядковый номер минимума отношения φ к φ_0 , по оси ординат — расстояние от него до момента обострения от времени в логарифмическом масштабе.) При больших значениях σ область значений дисперсии, при которой возможно возникновение колебаний, смещалась в сторону уменьшения (до $D \sim 10^{-3} \div 10^{-2}$ при $\sigma = 0.9$). Периоды и амплитуда этих колебаний уменьшались по мере приближения к моменту обострения. На фоне этих долгопериодических колебаний наблюдались более высокочастотные колебания со слабо изменяющимися частотой и амплитудой

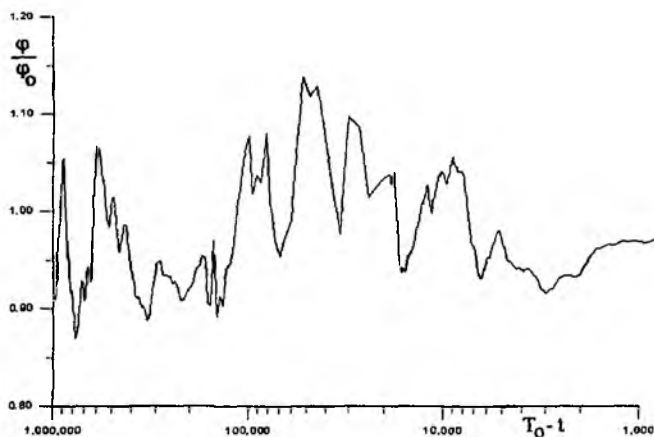


Рис. 1.9

(стохастическое дрожание фазовой траектории внутри области устойчивости автомодельного решения). До момента, когда амплитуда первых колебаний становится сравнимой с амплитудой вторых, происходит конечное число долгопериодических колебаний. Их число зависит от величины дисперсии, увеличиваясь при увеличении последней.

3. *Устойчивость закона роста полного числа людей при наличии флуктуаций в осредненной системе.* Закон роста $N(t)$ при наличии флуктуаций вплоть до значений $D \sim 10^{-1}$ выполнялся с хорошей точностью (учитывая сдвиг момента обострения) (см. рис. I.11) При наличии и в отсутствие флуктуаций поведение $N(t)$ практически не изменяется (однако

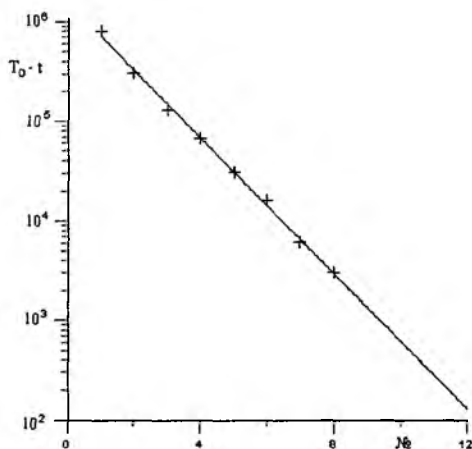


Рис. I.10

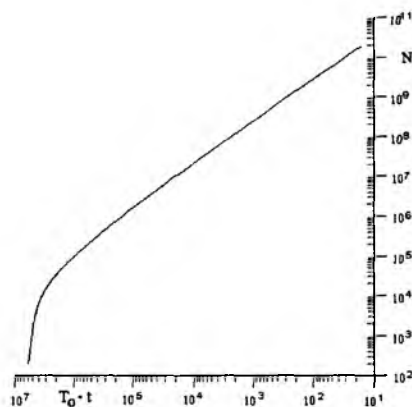


Рис. I.11

наблюдается смещение момента обострения). Периоду автомодельного гиперболического роста предшествует период более быстрого роста несколько миллионов лет назад (выход на автомодельный режим).

8. Ограничения и возможности расширения модели

Предложенная модель качественно описывает рост численности человечества, давая также возможность получить некоторые количественные соответствия с закономерностями роста. Однако, оставаясь в рамках данной модели, невозможно описать происходящий в настоящее время процесс демографического перехода. В [12] построена теория, включающая описание механизма демографического перехода. Некоторые гипотезы, касающиеся закономерностей дальнейшего развития человечества, построенные на основе синергетического подхода, приведены в заключении.

Следует также сделать несколько замечаний, касающихся результатов численного анализа поведения решений уравнения (3.2) при наличии флуктуаций.

Во-первых, нужно отметить, что при анализе осредненной системы предполагалось, что флуктуации меняют только значения $g(t)$ и $\varphi(t)$ в представлении (3.3). На самом деле, флуктуации изменяют и пространственный профиль, описываемый функцией $F(\zeta, t)$. Поэтому после флуктуации системе нужно некоторое время для восстановления автомодельного профиля. Тем не менее вдали от момента обострения этим временем, по-видимому, можно пренебречь. Возле момента обострения, напротив, время, необходимое системе для восстановления автомодельного профиля после любой флуктуации, становится существенным, и если это время будет больше характерного времени появления флуктуации, скорость развития системы может существенно уменьшиться. Однако такие аспекты не могут быть проанализированы при рассмотрении осредненной системы (3.7) и требуют численного решения уравнения в частных производных (3.2).

Во-вторых, наиболее подробно были исследованы только флуктуации одного вида, когда их характер не зависит от времени и во время флуктуации полное число людей не изменяется (флуктуации распределения). Развитие системы в режиме с обострением указывает на возможность существования флуктуаций, дисперсия или частота появления которых также увеличивается в режиме с обострением.

В-третьих, в рамках исследования осредненной системы вне рассмотрения остался факт существования спектра аттракторов системы, когда флуктуации могут перебрасывать решения в область притяжения другого аттрактора, существенно изменяя дальнейшие тенденции развития системы [14], [24].

Кроме того, исследования, проведенные нашей болгарской коллегой С. Димовой, подтвердили, что осредненная система неверно описывает поведение решений на фазовых кривых, удаленных от автомодельной.

В частности, при $t \rightarrow -\infty$ фазовые кривые могут располагаться гораздо ближе к автомодельной траектории, чем можно предположить из анализа осредненной системы. Следовательно, может стать возможным скачок из области, близкой к автомодельному решению, на другую фазовую кривую, переход от стремительного роста к долгому периоду стагнации.

Тем не менее, исследование уравнения (3.2) методом осреднения позволило указать возможное объяснение явлений, на которые обращено внимание в работах [11], [12]: устойчивость закона гиперболического роста в течение длительного времени; колебательный характер поведения некоторых внутренних параметров системы (в данном случае, например, $\varphi(t)$) с сокращением характерного времени процессов пропорционально расстоянию до момента обострения (скейлинг); отсутствие существенного влияния таких колебаний на закон роста полного числа людей (1.1); ограничение применимости гиперболического закона роста в далеком прошлом.

9. Соотношение рассматриваемой модели и демографических данных

Соответствие модели демографическим данным устанавливалась сопоставлением их значений $N(t)$. Выходу на автомодельный режим (значению $t = -1$ в решении безразмерной задачи) соответствует приблизительно момент времени 10^6 лет назад. Соответствующее значение N равно приблизительно 10^5 . Значение дисперсии $D \sim 10^{-2}$ при $\sigma = 0.1$ подобрано таким образом, чтобы за время изменения величины $(T_0 - T)$ на порядок происходило примерно 2–3 колебания. При этом полное число таких колебаний (определенное, как описано выше) зависит от σ . При σ , близком к 1, полное число колебаний имеет тенденцию к сокращению. В зависимости от σ оно меняется в пределах от 8 до 11, что соответствует имеющимся данным (см. табл.).

Предложенная модель позволяет объяснить устойчивость закона гиперболического роста, не очевидную при рассмотрении обыкновенного дифференциального уравнения (2.1). При этом флуктуации, присутствующие всегда в сложной системе, оказываются способными привести к периодическим явлениям в развитии демографической системы. Подбор параметров уравнения (3.2) и флуктуаций позволяет получить соответствие в количестве периодов и из зависимости от времени. Кроме того, автомодельный режим роста и выход на него описываются в рамках одной модели.

Кроме того, исследование закона роста населения с учетом пространственного распределения позволяет сформулировать ряд принципиально новых следствий и сценариев дальнейшего развития.

10. Заключение

Что же может сказать предложенная модель о возможных дальнейших путях развития человечества?

Различные прогнозы и сценарии перехода через момент обострения предполагают существенное замедление роста (или даже уменьшение численности людей). Подобные исследования опираются, прежде всего, на опыт стран, в которых свой локальный демографический переход уже произошёл. Это развитые страны, такие, как США, Франция, Германия, Россия. В них относительная скорость прироста населения уменьшается, рост численности стабилизируется.

Уменьшение скорости роста при сохранении основных системных свойств — один из вариантов дальнейшего развития. С точки зрения синергетического подхода, возможны несколько основных сценариев дальнейшего развития. Первый предполагает сохранение основных системных свойств человечества. В этом случае какое-то внешнее воздействие (флуктуация или целенаправленная демографическая политика человечества — вариант IV на рис. I.12) или проявление каких-то внутренних закономерностей, несущественных вдали от момента обострения (см., например, [12]), могут перевести систему на другую фазовую кривую. Следствием этого, скорее всего, станет резкое уменьшение скорости роста народонаселения. (На рис. I.12 изображены фазовые траектории решения осредненной системы в пространстве (N, ϕ) . Показаны различные виды возможных флуктуаций. I, II — флуктуации, увеличивающие, III, IV — уменьшающие пространственную ширину распределения (и численность населения). Флуктуации вида I, II и III не меняют качественного поведения системы, флуктуации вида IV, превышающие порог устойчивости (пунктирная линия) — приводят к изменению тенденций развития системы.)

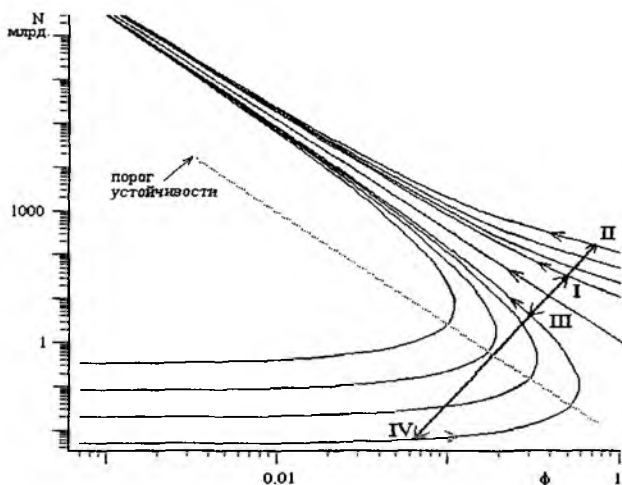


Рис. I.12

Другой сценарий развития. Усиление нелинейности. Информационное общество. Иерархия нелинейных систем. С другой стороны, быстрый рост численности может сопровождаться увеличением степени нелинейности системы, изменению соотношения между σ и β в уравнении (3.2), качественному изменению поведения решения. (Результатом этого может стать, например, переход к росту в HS-режиме с обострением, когда ширина распределения растет в режиме с обострением вместе с величиной максимума. Это означает экстенсивное развитие, пространственную экспансию, расширение сферы жизни на незаселенные до сих пор участки — океан, космос.)

Возможно, однако, эволюция человечества достигла сейчас такого уровня, когда дальнейшее развитие определяется не численностью человечества, а каким-то другим внутренним параметром (подобно тому как уровню физического развития человека только в раннем детстве можно поставить в однозначное соответствие его вес или рост).

С другой стороны, возможно, нужно ставить вопрос об изменении самой системы, которую представляет собой человеческая цивилизация. Информационное общество, формирующееся в течение последних десятилетий, коренным образом изменило характер взаимоотношений между людьми. Парные взаимодействия (формирующие квадратичные нелинейные зависимости) еще играют существенную роль, однако на смену им идут взаимодействия коллективные, когда благодаря средствам массовой информации, компьютерным сетям, новейшим средствам связи и транспорта в общении могут принимать участие десятки и сотни людей.

В этом случае именно переход к новым соотношениям между источником и диссипацией, между производством и распространением информации, материальных ценностей, по-видимому, и представляет собой сущность нынешнего переломного периода в развитии человечества.

Вся история развития сложных систем представляет собой цепь переходов к все более и более нелинейным системам: неорганическая химия и клеточная биология (линейные системы); химический автокатализ, половое размножение в биологии (квадратичная нелинейность, парные взаимодействия); общество (переход к многочастичным взаимодействиям); информационное общество (многочастичные взаимодействия, коллективные эффекты). Возможно, современное человечество и есть следующая, формирующаяся еще ступенька в этой иерархии нелинейных систем (см. также [30]).

Таким образом, синергетический подход, исследование принципов коэволюции сложных систем, законов развития нелинейных открытых диссипативных сред, правил построения на них сложных эволюционирующих структур открывает новые возможности для решения глобальных проблем, стоящих перед современной наукой.

Авторы выражают благодарность А. Г. Вишневному и Е. Н. Князевой за интересное и плодотворное обсуждение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самарский А. А., Галактионов В. А., Курдюмов С. П., Михайлов А. П. Режимы с обострением в задачах для квазилинейных параболических уравнений. М.: Наука, 1987.
2. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. М.: Наука, 1990.
3. Хакен Г., Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам. М.: Мир, 1991.
4. Самарский А. А. Вычислительный эксперимент и научно-технический прогресс // Информатика и научно-технический прогресс. М.: Наука, 1987.
5. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Синергетика как новое мировоззрение: Диалог с И. Пригожиным // Вопросы философии. 1992. № 12.
6. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Антропный принцип в синергетике // Вопросы философии. 1997. № 3.
7. Белавин В. А., Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Режимы с обострением и законы коэволюции сложных систем // Phys. Tech. Journal. 1997. Vol. 3. N 1. P. 107–113.
8. Вишневский А. Г. Воспроизводство населения и общество. М.: Финансы и статистика, 1982.
9. Long Range World Population Projection: Two Centuries of Population Growth 1950–2050. N. Y., United Nations, 1992.
10. Arozpe L., Constanza R., Lutz W. An Agenda of Science for Environment and Development into 21st Century / Eds. J. C. I. Dodge et al. Cambridge: ICSU, Cambridge University Press, 1992.
11. Капица С. П. Феноменологическая теория роста населения Земли // Успехи физ. наук. 1996. Т. 166. № 1.
12. Капица С. П. Математическая модель роста народонаселения Земли // Матем. моделирование. 1992. Т. 4. № 6.
13. Змитренко Н. В., Курдюмов С. П., Михайлов А. П., Самарский А. А. Возникновение структур в нелинейных средах и нестационарная термодинамика режимов с обострением // Наука, техника, вычислительный эксперимент. М.: Наука, 1993.
14. Курдюмов С. П., Куркина Е. С., Потапов А. Б., Самарский А. А. Сложные многомерные структуры горения нелинейной среды // Ж-л вычисл. матем. и матем. физ. 1986. Т. 26. № 8.
15. Biraben J.-N. Essai sur l'évolution du nombre des hommes // Population. 1979. N 1.
16. Галактионов В. А., Самарский А. А. Методы построения приближенных автомодельных решений нелинейных уравнений теплопроводности // Матем. сборник. 1983. Т. 121. № 2.

17. Галактионов В. А., Курдюмов С. П., Самарский А. А. Об асимптотических собственных функциях задачи Коши для одного нелинейного параболического уравнения // Матем. сборник. 1985. Т. 126. № 4.

18. Дородницын В. А. Инвариантно-групповое решение для уравнения нелинейной теплопроводности с источниками // Ж-л вычисл. матем. и матем. физ. 1982. Т. 22.

19. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. М.: Наука, 1994.

20. Белавин В. А., Курдюмов С. П. Математическая модель глобальных демографических процессов. Препринт № 97 ИПМатем. РАН, 1996.

21. Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Самарский А. А. Нестационарные диссипативные структуры и диффузионный хаос. М.: Наука, 1992.

22. Еленин Г. Г., Курдюмов С. П. Условия усложнения организации нелинейной диссипативной среды. Препринт № 106 ИПМатем. АН СССР. 1977.

23. Еленин Г. Г., Плехотников К. Э. Об одном способе качественного исследования одномерного квазилинейного уравнения теплопроводности с нелинейным источником тепла. Препринт № 91 ИПМ АН СССР. 1977.

24. Kurdyumov S. P. Evolution and Self-organization Laws in Complex Systems // International Journal of Modern Physics C. 1990. Vol. 1. N 4.

25. Самарский А. А., Змитренко Н. В., Курдюмов С. П., Михайлов А. П. Тепловые структуры и фундаментальная длина в среде с нелинейной теплопроводностью и объемными источниками тепла // Докл. АН СССР. 1976. № 227.

26. Галактионов В. А., Дородницын В. А., Еленин Г. Г., Курдюмов С. П., Самарский А. А. Квазилинейное уравнение теплопроводности с источником: обострение, локализация, симметрия, точные решения, асимптотики, структуры // Соврем. пробл. матем. Новейшие достижения. Т. 28. М.: Наука, 1987.

27. Дородницын В. А., Еленин Г. Г., Курдюмов С. П. О некоторых инвариантных решениях уравнения теплопроводности с источником. Препринт № 31. ИПМ РАН. 1980.

28. Дьяконов В. П. Справочник по алгоритмам и программам на языке бейсик для персональным ЭВМ. М.: Наука, 1989.

29. Янке Е., Эмде Ф. Таблицы функций с формулами и кривыми. М.: Л., 1948.

30. Московский синергетический форум. Январская (1996) встреча. Устойчивое развитие в изменяющемся мире // Тезисы / Под ред. В. И. Аршинова, Е. Н. Князевой. М.: ИФ РАН, 1996.

СЛОЖНЫЕ СИСТЕМЫ И НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА В ПРИРОДЕ И ОБЩЕСТВЕ

**Заметки о первой ежегодной конференции
Немецкого общества исследования сложных систем
(октябрь 1997)***

Е. Н. Князева

В небольшом немецком городке Гюнцбурге в верховьях Дуная 16–18 октября 1997 года состоялась первая конференция Немецкого общества сложных систем и нелинейной динамики (*Deutsche Gesellschaft für Komplexe Systeme und Nichtlineare Dynamik*). Конференция проходила в старом замке Райзенсбург, реновированном и превращенном в Международный институт научного сотрудничества.

Это общество было создано около года тому назад с целью развития научного сотрудничества между специалистами различных областей естественно-научного, медицинского, технического, социального и гуманитарного знания (например, физики, биологии, психологии, философии, информатики, социологии и экономики). Во всех этих областях используются сегодня теории нелинейных динамических систем, в первую очередь синергетика и теория хаоса. Разработанные в синергетике модели и понятия перешагнули границы конкретных дисциплин и обладают высокой эвристической значимостью. Создание новой междисциплинарной структуры, по замыслу организаторов, призвано содействовать достижению эффекта синергии, взаимного стимулирования исследований хаоса, сложности и самоорганизации с позиций разных дисциплинарных областей.

Почетным председателем Общества сложных систем и нелинейной динамики избран профессор Г. Хакен, директор Института теоретической физики и синергетики Университета Штутгарта. Около тридцати лет на-

* Статья с сокращениями опубликована в журнале «Вопросы философии», 1998. № 4. С. 138–143.

зад Г. Хакен предложил сам термин «синергетика» (от греч. συνέρυα — сотрудничество, содействие, помощь; соучастие), получивший признание в определенных научных кругах Германии и в последние 10–15 лет ставший широко использоваться в России. На конференции вставал даже вопрос о том, что уже пришло время заняться написанием истории синергетики.

Председателем этого общества является профессор К. Майнцер, заведующий кафедрой философии и теории науки в Университете Аугсбурга. Его книга о новом нелинейном, синергетическом мышлении напечатана издательством «Шпрингер» уже в третьем издании¹.

Хотя философия не упоминалась в предложенной для обсуждения программе и ни один доклад не был посвящен специально философским проблемам синергетики, дух философии витал в воздухе. А что иначе может объединять представителей самых разных научных дисциплин, собравшихся для обсуждений в одном зале? Именно философские основания и общая методология — синергетический подход — их научных изысканий.

Поскольку рассказать о всех 26 сорокапятиминутных докладах, сделанных за два с половиной дня насыщенной работы конференции, не представляется возможным, имеет смысл привести саму программу конференции. В ней представлен широкий спектр дисциплин, от нелинейного анализа и математики до психологии, психиатрии и теории науки.

Четверг, 16 октября:

К. Майнцер (Аугсбург). Введение. Сложные системы в природе и обществе.

Х. -О. Пайтген (Бремен). Фрактали и радиологические исследования посредством компьютеров.

П. Грассбергер (Юлих). Анализ временных рядов с точки зрения нелинейной динамики.

З. Гроссман (Марбург). Теория хаоса в физике.

Х. Г. Пурвинс (Мюнстер). Формирование сложных структур в физике.

А. Мюллер (Билефельд). Формирование сложных структур в химии.

П. Шустер (Вена). Молекулярное моделирование в эволюционной биологии.

Х. Майнхардт (Тюбинген). Формирование сложных структур в биологии при проведении нелинейных реакций.

У. ан дер Хайден (Виттен-Хердэкке). Динамические болезни.

З. Ковалик (Дюссельдорф). Биомедицинские временные ряды.

Г. Хакен (Штутгарт). Синергетика и нелинейные сложные системы.

¹ *Mainzer K. Thinking in Complexity: The Complex Dynamics of Matter, Mind, and Mankind. 3rd rev. and enlarged ed. Berlin: Springer, 1997.*

Пятница, 17 октября:

К. фон дер Малсбург (Бохум). Распознавание образов в самоорганизующейся нейронной системе.

Р. Экмиллер (Бонн). Нейротехнология для слепых.

К. Х. Ляйст (Мюнхен). Моторное обучение и самоорганизация.

М. Штадлер (Бремен). Самоорганизация в когнитивных системах.

Г. Шипек (Мюнхен). Самоорганизующиеся процессы в психопатологии и психиатрии.

Х. Эмрих (Ганновер). Нелинейная динамика и «неожиданное» в психиатрии.

Е. Накамура (Фукуи, Япония). Принципы сложности.

К. Г. Троиц (Кобленц). Динамические модели сложных социальных систем.

В. Вайдлих (Штутгарт). Моделирование социальной динамики.

Г. Кюпперс (Билефельд). Переход с ненадежностью: самоорганизация социального.

Ф. Банфилд (Гамбург). Сложные структуры и нелинейная динамика в музыке.

Суббота, 18 октября:

Х.-В. Лоренц (Йена). Нелинейная динамика в экономике.

Ф. Й. Радермахер (Ульм). Сложные системы и обучающееся предприятие.

Й. Берг/Р. Вагнер-Деблер (Мюнхен/Аугсбург). Измерение и моделирование динамики науки.

В. Эбелинг / Дж. Джинец-Монтано / Камешу / А. Шарнхорст (Берлин). Нелинейная динамика инноваций в науке и технологии.

Во вводном докладе **К. Майнцер** выдвинул ряд аргументов в защиту нелинейного мышления по всему спектру научных изысканий, от квантовой механики до изучения истории человечества. Каждый свой аргумент он помещает в исторический контекст и показывает, что нелинейная методология имеет корни в историко-философских спорах о веществе, жизни и уме. Г. В. Лейбниц может быть причислен к пионерам теории сложных динамических систем. Он предполагал, что существует иерархический порядок в природе с непрерывной шкалой сложности от мельчайших строительных блоков («монад») до сложных организмов. «Каждое органическое тело живого существа представляет собой своего рода божественную машину или естественный автомат, бесконечно превосходящий все искусственные автоматы», — декларирует Лейбниц в «Монадологии». В конце XVIII века Кант в «Критике способности суждения» ставит под сомнение возможность применения механики для понимания сущности живого. Организм не может быть машиной, так как машина имеет только движущую силу, тогда как организм также и организующую силу. Организм должен описываться моделью «самоорганизующегося существа».

Специалисты в области теории хаоса в физике приходят к ряду интересных заключений философского характера. **З. Гроссман** подчеркнул,

что нелинейная динамика сложных систем является для нас источником нового дуализма. Тогда как квантовая механика установила дуализм волновых и корпускулярных свойств микрообъектов, нелинейная динамика открыла дуализм детерминированного и стохастического. Сложные структурные образования в природе являются одновременно и детерминированными, и стохастическими.

П. Грассбергер, рассказывавший о роли анализа временных рядов в нелинейной динамике, сделал вывод о том, что детерминированный хаос красив, но непрacticен. Кроме того, для наблюдения и исследования феноменов нелинейности часто нам требуются и весьма помогают «линейные очки». Прежние хорошо разработанные методы линейного анализа, линеаризации применимы — в определенных границах — и для изучения нелинейной динамики сложных структур.

Удивительные феномены самоорганизации, самосборки сложных молекул изучаются в химии. Химия, по сути дела, по словам **А. Мюллера**, устанавливает связи между микрокосмом и макрокосмом, изучает еще во многом неизвестный нам мезокосм. Современные исследования подтверждают мысль, высказанную еще Д. Юмом: «Ничто из того, что мы воображаем, не является абсолютно невозможным». Богатство виртуальной реальности человеческого воображения находит новые и новые реализации с помощью современной техники химического эксперимента. С возрастанием сложности системы увеличивается разнообразие ее функций и возможных стабильных состояний. Иными словами, сложные структуры и формообразования мультифункциональны и мультистабильны.

Основными процессами в мире живого являются процессы роста и формообразования. Все живое растет. Причем весьма распространены процессы быстрого, автокаталитического роста, управляемые нелинейной положительной обратной связью. В динамике популяций, как показывал в своем докладе **П. Шустер**, есть фазы быстрого, стремительного роста, которые сменяются стохастическим процессом развития («random walk»).

В прекрасно иллюстрированном и с большим вдохновением прочитанном докладе **Х. Майнхардта** были продемонстрированы механизмы эволюции и самоструктурирования на примере роста моллюсков и улиток. Как понять образцы структурирования ракушек? Как научиться читать эту иллюстрированную книгу природы? Важнейшей моделью при этом является модель активатор-ингибитор, двух антагонистических компонентов эволюции. Активатор приводит к ускорению течения процессов, часто с нелинейной положительной обратной связью, а ингибитор — к замедлению быстрого роста. Сложная игра этих двух противоположно направленных факторов, которую Майнхардт сравнивает с игрой в «кошки-мышки», имеет место в каждой локальной области растущих формообразований и приводит к удивительным и радующим наш глаз узорам живого.

Результаты исследований Майнхардта представлены в недавно опубликованной книге «Как улитки свертываются в ракушки»². Чудо природы

² *Meinhardt H. Wie Schnecken sich in Schale werfen. Berlin: Springer, 1997. Издание на немецком языке вышло после быстро раскупленного английского.*

и компьютерное искусство соединены в этой книге. В ней дается введение в область нелинейной динамики сложных систем. К книге прилагается дискета с собственными экспериментами, компьютерными симуляциями процессов роста живых существ.

Многие докладчики рассматривали в качестве примеров различные аспекты функционирования человеческого организма, вопросы физиологии и медицины. Для нормального функционирования практически всех систем жизнедеятельности человека характерен некий промежуточный режим между хаосом и порядком, режим детерминированного хаоса. Дыхание человека, биение его сердца, кровотообразование, ритмы сна и бодрствования, гормональные ритмы, психическое равновесие — для всех этих процессов свойственна определенная мера хаоса, необходимая для поддержания здоровья человека.

К примеру, аритмия сердца опасна, но не менее опасны чрезмерно упорядоченные ритмы биения сердца, которые также свидетельствуют о болезни сердца. Слишком регулярно бьющееся сердце не способно гибко реагировать на изменяющиеся внешние условия, его адаптационные способности снижаются. Ученые приходят сегодня к заключению, что здоровье — это тонкий баланс между хаосом и порядком.

Применяя теорию динамических систем к медицине, **Уве ан дер Хайден** предложил и активно развивает понятие «динамическая болезнь». Человеческий организм является самовоспроизводящейся, т. е. автопоэтической, самоподдерживающейся системой. Теории хаоса и нелинейной динамики играют сегодня практическую роль в распознавании и лечении болезней, в частности, в предупреждении острых приступов болезней. Не случайно на конференции присутствовали также врачи-психотерапевты. Вопрос заключается в том, сколько хаоса нужно человеку, чтобы оставаться здоровым; сколько хаоса может вынести человеческий организм, чтобы не заболеть; когда хаотические колебания нормальны и когда они опасны.

Специальное вечернее время было отведено для доклада **Г. Хакена**. Он затронул вопрос об истории развитии синергетики. В 1997 г. исполнилось 25 лет со времени проведения первого международного симпозиума по синергетике. Этот симпозиум состоялся в 1972 г. в замке Эльмау (Бавария). Трое из его участников присутствовало и на нынешней конференции, а именно: сам Г. Хакен, З. Гроссман, занимающийся теорией хаоса в физике, и В. Вайдлих, развивающий синергетический подход к социологии (описание процессов формирования общественного мнения, конкуренции предприятий и т. д.).

Были опубликованы материалы этого симпозиума³.

Однако начало синергетики и введение самого термина «синергетика» датируется раньше. Это начало было положено совместной работой Г. Хакена и Р. Грахама по изучению излучения лазеров в 1968–70 гг.⁴. Была уста-

³ Synergetics. Proceedings of a Symposium on Synergetics, Elmau 1972 / Ed. by H. Haken. Stuttgart: B. G. Teubner, 1973.

⁴ Haken H., Graham R. Synergetik — Die Lehre vom Zusammenwirken // Umschau. 1971. Vol. 6. S. 191.

новлена аналогия между генерацией когерентного излучения лазера вблизи порога возбуждения и фазовым переходом второго рода, и возникло понимание синергетических, кооперативных эффектов в процессах спонтанного формирования макроскопических структур, т. е. самоорганизации.

Жизненный путь известных физиков нередко связан с эволюцией исследовательских предпочтений, с постепенным переходом от физики к философии, к раздумьям о человеке. Еще В. Гейзенберг давал наказ одному из своих учеников К. Ф. фон Вайцзеккеру: «Пока молод — занимайся физикой, а в зрелом возрасте будешь философствовать». Г. Хакен отметил особенности своей собственной эволюции: от строгой физики он переходит к исследованию мозга и поведения человека, к психологии человеческого восприятия и познания мира, к исследованию глубоких параллелей между синергетикой и гештальтпсихологией. В своей книге «Принципы функционирования мозга»⁵ он предлагает новое понимание нейрофизиологической активности человека, основанное на результатах синергетики. Мозг рассматривается как сложная самоорганизующаяся система с эмерджентными свойствами.

Представляет несомненный интерес еще одна недавняя публикация — коллективная монография «Вещество вещества»⁶, в которой рассматривается работа мозга-ума на различных уровнях организации, от микроскопического (нейродинамика) до макроскопического (психология и когнитивные науки). В этой книге опубликована также статья Г. Хакена «Синергетика мозга», кратко представляющая идеи его индивидуальной монографии.

В докладе Г. Хакен дал краткую характеристику синергетического подхода как такового и очертил перспективы его применения к психологии. Каков угол зрения синергетики? Что общего обнаруживается при исследовании систем самого различного рода, природных и социальных? Общее — это спонтанное образование структур («Strukturbildung»), качественные изменения на макроскопическом уровне, эмерджентное возникновение новых качеств, процессы самоорганизации в открытых системах. Отличие синергетического взгляда от традиционного, как суммировал это Хакен, состоит в переходе от исследования простых систем к сложным, от закрытых к открытым, от линейности к нелинейности, от рассмотрения равновесия и процессов вблизи равновесия к делокализации и неустойчивости, к изучению того, что происходит вдали от равновесия.

Спонтанно возникающие макроскопические структуры описываются параметрами порядка, а влияние окружения — контрольными параметрами. Сложная многомерная динамика системы описывается небольшим числом параметров порядка, демонстрирующих простое поведение. Согласно принципу подчинения синергетики, параметры порядка детерми-

⁵ *Haken H. Principles of Brain Functioning: A Synergetic Approach to Brain Activity, Behavior and Cognition.* Berlin: Springer, 1996. Эта книга недавно вышла в свет в России: Хакен Г. Принципы работы головного мозга: Синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности. М.: ПЕР СЭ, 2001.

⁶ *Matter Matters: On the Material Basis of the Cognitive Activity of Mind* / Ed. by P. Arhem, H. Lilienstroem, U. Svedin. Berlin: Springer, 1997.

нируют поведение отдельных частей или элементов системы. Преимущество описания поведения сложных систем путем определения параметров порядка и применения принципа подчинения состоит в существенной редукции степеней свободы, в огромном сжатии информации.

Возможно решение как прямой, так и обратной задачи: определение параметров порядка сложной системы и, наоборот, восстановления поведения этой системы по известным параметрам порядка. Параметры порядка не есть нечто подобное игрокам в куклы-марионетки, дергающим их за нитки. Элементы системы обратным образом воздействуют на параметры порядка. Мы можем наблюдать некий феномен циклической причинности: с одной стороны, элементы «порабощены» параметрами порядка, а с другой — элементы определяют поведение параметров порядка. Или же можно нарисовать антропоморфную картину: параметры порядка репрезентируют нахождение консенсуса между элементами системы. Небольшое количество параметров порядка и немногочисленные возможности, которые они имеют в определении отдельных состояний, отражают тот факт, что в сложных системах возможны, реализуемы только немногие структуры, которые самосогласованы с поведением элементов.

Далее Г. Хакен очертил возможности применения синергетического подхода к психологии восприятия. Здесь изучаются два интересных явления: бистабильность восприятия и гистерезис. Восприятие двусмысленных образов, например, профиля человека или вазы, лица или склонившейся девушки, портрета или натюрморта с овощами и т. п., зависит от «предыстории», от существующей установки на восприятие. Осцилляции между двумя различными образами определяются тем, что один параметр порядка исчезает, а другой внезапно возникает.

Если зрительно воспринимается ряд последовательных картинок с небольшими изменениями от одного образа к другому, то на каком-то шаге (и всегда с запозданием!) происходит переключение с одного значения на другое. Хакен обсуждает такой пример. Если мы читаем слова сверху вниз, то читаем «chaos», «chaos», «chaos» и затем внезапно «order». Если же мы читаем снизу вверх, то читаем «order», «order», «order» и, наконец, вдруг «chaos». Переключение с одного значения на другое происходит в разных местах этой цепочки в зависимости от предыдущих образов восприятия.

Распознавание образов может быть понято как процесс самодоотраивания. Если даны некоторые определенные черты распознаваемого образа (неполная информация), то они принуждают систему дополнить все остальные черты, так что реконструируется целостный паттерн. Например, если имеются очертания, скажем, глаза или носа человека (ключевых элементов для распознавания образа), то, следуя этой процедуре, может быть реконструировано все лицо.

Целый блок докладов был посвящен психологии, психиатрии, психотерапии. В этих областях по преимуществу применяется подход Г. Хакена через параметры порядка и принцип подчинения, т. е. развивается

некая синергетическая психология (или синергетическая психиатрия). Опубликованная в 1997 г. книга «Самоорганизация в психологии и психиатрии»⁷ позволяет судить о современном уровне исследований и обсуждений этой проблематики. Эту книгу можно считать неким итогом работы уже шести состоявшихся специальных международных конференций по применению синергетики в психологии, так называемых *Herbstakademien*, которые были организованы В. Тчахером (Берн) и Г. Шипеком (Мюнхен) и проходили ежегодно в разных университетах Германии и Швейцарии.

Как возможно применение нелинейной динамики в психиатрии, было продемонстрировано, в частности, в докладе **Х. Эмриха**. Аффективные психозы представляют собой неожиданные фазы нестабильности психической деятельности человека. Приступы обострения болезни внезапны для самого больного, но они, оказывается, повторяются по некоторому нелинейному закону. Можно проследить определенные, иногда многолетние, циклы в течении болезни. Изучая нелинейную динамику и построив фазовый календарь нестабильностей, можно — в определенных пределах — предсказывать сроки очередного обострения болезни. Хотя конкретная дата приступа остается неизвестной, можно предвидеть «неожиданное» в ожидаемые сроки. Реальные данные о сроках наступления психических приступов при этом хорошо согласуются с предсказываемыми, исходя из нелинейной динамики, сроками.

Обучение определенным видам движения (например, горнолыжному спуску или езде на велосипеде) происходит благодаря и через процессы самоорганизации. **К. Ляйст** показал это на множестве примеров. Он рассказал о собственных экспериментах по моторному обучению. Вообще говоря, нет непрерывного обучения, всегда есть скачки, внезапные качественные переходы от незнания к знанию, от неумения к умению. Стабилизация движения достигается через нестабильность, через постоянное изменение направления движения, незначительную ротацию. Иными словами, чтобы ехать по прямой, нужно постоянно немного от нее отклоняться. Чтобы не упасть (на лыжах или с велосипеда), нужно постоянно «падать». Обучение сложным моторным движениям осуществляется путем «flow experiment», т. е. забывания самого себя и своего собственного тела, отключения сознательного контроля над своими движениями. В результате происходит вхождение в процесс саморегуляции и самоорганизации.

Принципы формирования структур в восприятии и познании человека были рассмотрены в докладе **М. Штадлера**. Синергетический подход к когнитивным системам имеет глубокие параллели с гештальтпсихологией (В. Кёлер и др.). Латентная тенденция к четкости, придающая когнитивной динамике определенный толчок и направление, представляет собой, по сути дела, вектор к стабильным состояниям порядка (аттракторам, выражаясь на синергетическом языке). Стабильное конечное состо-

⁷ Selbstorganisation in Psychologie und Psychiatrie / Hrgb. von G. Schiepek, W. Tschacher. Braunschweig; Wiesbaden: Vieweg-Verlag, 1997.

ание всегда является наиболее простым и упорядоченным состоянием. Значения распознаваемого образа понимаются Штадлером как стабильные упорядоченные образования в процессе когнитивной самоорганизации.

В разного рода экспериментах, проведенных учеными в Университете Бремена, исследовались принципы формирования структур в поле восприятия человека. Была обнаружена, в частности, чувствительность системы восприятия человека к симметрии. Если имеются малейшие черты симметрии в наблюдаемой хаотической картинке, человек выделяет их яснее. Определенную роль играет здесь и предыстория, имеющийся опыт. Если человек уже знает, что есть структура в наблюдаемой хаотической конфигурации элементов, то он видит эту структуру быстро и отчетливо.

Опыты по последовательному воспроизведению хаотических образов, показанных участникам эксперимента в течение 5 секунд, показали, что человек склонен видеть порядок в малоупорядоченных структурах, непроизвольно тянется к упорядочиванию этих структур. Получается нечто противоположное детской игре в «испорченный телефон». Пошаговая передача воспринимаемых образов от одного участника эксперимента к другому приводит к постепенному и искусственному выделению упорядоченного образа в первоначально хаотическом нагромождении элементов.

Значительное внимание отводится изучению восприятия двусмысленных и мультистабильных образов⁸. Классическим примером здесь является двусмысленное изображение «утка или заяц», которое приводил еще Л. Витгенштейн. Выбираемое значение определяется и стабилизируется контекстом восприятия. Когнитивные переключения с одного образа на другой связаны с фазами нестабильности восприятия. Значения представляют собой параметры порядка самопроизвольной активности когнитивной системы. Они существенно редуцируют когнитивную сложность.

Вопрос о том, насколько плодотворно применение синергетики к описанию поведения сложных социальных систем, является предметом особых споров. Призма синергетики относительно хорошо высвечивает лишь коллективные, массовые процессы в обществе, но личностный выбор каждого члена общества или даже малой социальной группы, их мотивы и поведение предстают в этой призме в полном тумане, неразличимы и необъяснимы. Наряду с мнением, что переход синергетики к социальному ненадежен и сомнителен (**Г. Кюпперс**), на конференции было показано, какие реальные результаты достигнуты на сегодняшний день в моделировании социальных систем.

Введение идей синергетики в социодинамику связано с именем **В. Вайдлиха**. Применяя синергетический подход Г. Хакена (определяя параметры порядка и используя принцип подчинения), он в течение многих лет, практически с самого начала развития синергетики, разрабаты-

⁸ Ambiguity in Mind and Nature: Multistable Cognitive Phenomena / Ed. by P. Kruse, M. Stadler. Berlin: Springer, 1995.

вает модели, позволяющие количественно описать коллективные процессы в обществе⁹. С одной стороны, мы имеем интегративную динамику макрофеноменов в обществе, а с другой — решения и поведение отдельных индивидов на микросоциальном уровне. Синергетика устанавливает соотношение между микроуровнем индивидуальных решений и макроуровнем динамических коллективных процессов в обществе и дает стохастическое описание макродинамики. Макропроцессы со стохастическими флуктуациями описываются так называемыми «уравнениями мастера» (master equations)¹⁰.

Количественное описание динамических макрофеноменов в обществе неправильно считать «физикой социального», т. е. видеть в таком описании физический редукционизм. Как подчеркнул Вайдлих, применяемая здесь математика вовсе не имеет дело с физикой. Она есть язык для описания сложного вообще, нелинейной динамики сложных систем.

В качестве примера Вайдлих рассмотрел процессы соревнования между двумя предприятиями (фирмами) на рынке, выпускающими продукты одного рода и стремящимися достигнуть максимально высокого качества при минимально возможной цене на них. Личностные решения отдельных индивидов купить продукт этой или иной фирмы складываются в стохастические изменения макроконфигураций, показывающих преимущество определенной фирмы в данный момент.

Группа исследователей в Университете Бремена под руководством **Х.-О. Пайтгена** проводит исследования экономических явлений в обществе с помощью теории детерминированного хаоса и фрактальной геометрии. Поведение экономического рынка и динамика биржевых торгов (рост курса акций и внезапный, непредсказуемый, происходящий время от времени крах, резкое падение биржевых индексов) являются существенно нелинейными. События, происходящие на бирже, подобны азартным играм в кости или на рулетке. События организованы людьми, решения продать или купить определенные акции принимаются каждым игроком индивидуально и в зависимости от конкретных обстоятельств и соображений. Но, несмотря на это, наблюдается самоподобная, фрактальная динамика в изменении цен на акции. Ученые из Университета города Бремена установили, что картина динамики биржевых индексов в периоды 60 дней, 60 недель и 60 месяцев обладает свойством подобия, масштабной инвариантности.

В настоящее время существуют попытки применить синергетику к моделированию динамики науки, научных и технических инноваций. Здесь мы

⁹ Weidlich W., Haag G. Concepts and Models of Quantitative Sociology. Berlin: Springer, 1983; Weidlich W. Physics and Social Science — the Approach of Synergetics // Phys. Reports. 1991. Vol. 204.

¹⁰ Согласно принципу подчинения Хакена, движение коллективных мод зависит исключительно от изменения медленных переменных, т. е. медленные переменные «порабощают» быстрые. Уравнение для самой медленной переменной называется «уравнением мастера».

вступаем на не менее зыбкую почву, чем синергетический подход в социологии. Вряд ли возможно, к примеру, определять принадлежность ученого к научной элите по его «статистическому весу», определяемому по количеству его публикаций и ссылок на них (подход **Й. Берга** и **Р. Вагнера-Дёблера**). Синергетика не позволяет количественно оценить качество публикаций. К. Гедель, например, публиковал очень мало, но благодаря фундаментальным научным результатам несомненно принадлежал к научной элите.

Группа ученых в Университете им. В. Гумбольдта в Берлине под руководством В. Эбелинга получила любопытные результаты в моделировании нелинейной динамики инноваций в науке. В качестве базисной модели используется уравнение в смысле Вайдлиха, описывающего макроконфигурации инновационных волн.

Новое знание всегда вступает в соревнование со старым, существующим. Новые элементы знания не сразу способны конкурировать со старым, они должны пройти период созревания. С какой вероятностью «выживает» новое? Если новое отличается от старого в плане усовершенствования знания на 30–50%, то существует большая вероятность его выживания. В таком случае, в частности, стоит инвестировать в новые исследовательские проекты. Трудно только при этом опять-таки количественно выразить качественные характеристики улучшения знания. Существует некая пороговая величина отличия нового от старого: ниже порога все вероятностно «вымирает», выше порога возможен рост нового знания. Имеются различные режимы роста знания: линейный, экспоненциальный, гиперболический (ускоренный режим роста с обострением).

Пободного рода встречи членов Немецкого общества сложных систем и нелинейной динамики и исследующих эти проблемы ученых намечено теперь проводить ежегодно. Для способствования развитию инновационных областей синергетики планируется создание междисциплинарного специального журнала, который должен сосредоточить внимание на исследовании самоорганизации и хаоса. На конференции была подчеркнута необходимость тесного сотрудничества Немецкого общества с Американским обществом по теории хаоса в психологии и науках о жизни (Society for Chaos Theory in Psychology and Life Sciences), Японской группой по изучению нелинейной динамики (один из ее представителей Е. Накамура участвовал в работе конференции), а также с Московским синергетическим форумом¹¹.

Автор выражает свою признательность Фонду А. фон Гумбольдта за поддержку его исследований в Германии в 1996–1997 гг. и Фонду Ф. Тиссена за поддержку его участия в настоящей конференции.

¹¹ См.: *Князева Е. Н.* Международный Московский синергетический форум: итоги и перспективы // Вопросы философии. 1996. N 11. С. 148–152; а также статьи К. Майнцера, Е. Н. Князевой и С. П. Курдюмова, Э. Ласло, Дж. Николиса, Т. П. Григорьевой в журнале «Вопросы философии», 1997. № 3. С. 48–102.

СИНЕРГЕТИКА: 30-ЛЕТНЕЕ ДИТЯ И ЕГО РОДИТЕЛЬ

*Интервью с Г. Хакеном,
проведенное Е. Н. Князевой в сентябре 1998 года**

Герман Хакен родился 12 июля 1927 года. Изучал физику и математику в университетах Галле (1946–48) и Эрлангена (1948–1950), получив степени доктора философии и доктора естественных наук. С 1960 г. он является профессором теоретической физики Университета Штутгарта. До ноября 1997 г. он был директором Института теоретической физики и синергетики Университета Штутгарта. С декабря 1997 он является почетным профессором и возглавляет Центр синергетики в этом институте. Им опубликовано более 300 научных работ, среди них книги: *Laser Theorie*, 1970; *Synergetics*, 1977; *Erfolgsgeheimnisse der Natur*, 4. Aufl. 1987; *Advanced Synergetics*, 1983; *Information and Self-organization*, 1988; *Synergetic Computers and Cognition*, 1991; *Erfolgsgeheimnisse der Wahrnehmung*, с М. Хакен-Крелль, 1992; *Principles of Brain Functioning*, 1996. Он является издателем шпрингеровской серии книг по синергетике, в рамках которой опубликовано к настоящему времени уже 69 томов.

Термин «синергетика», обозначающий новое направление междисциплинарных исследований в науке, Хакен впервые ввел в своих лекциях в Университете Штутгарта в 1969 г. Таким образом, 1999 год можно с полным правом считать годом, когда синергетике исполнилось 30 лет.

Профессор Хакен, в начале нашей беседы хотелось бы вернуться на 30 лет назад. Почему Вы избрали термин «синергетика», именно это слово греческого происхождения, несущее в себе глубокие духовные и религиозные смыслы: «общая или совмещенная энергия что-то сделать» и т. п.? Был ли это для Вас просто технический термин

* Данное интервью с некоторыми сокращениями было опубликовано в журнале «Вопросы философии». См.: Синергетике — 30 лет: Интервью с Г. Хакеном // Вопросы философии. 2000. № 3. С. 53–61.

или Вы уже тогда интуитивно ощущали начало большого движения? Согласно философии Гегеля, например, конец уже с самого начала обладает наличным бытием, далее происходит развитие по некоторой логической линии. И конец этой логической цепи, возникновение результата является одновременно обоснованием начала.

Я выбрал тогда слово «синергетика», потому что за многими дисциплинами в науке были закреплены греческие слова. Я искал такое слово, которое выражало бы совместную деятельность, общую энергию что-то сделать, так как системы самоорганизуются и поэтому может казаться, что они стремятся порождать новые структуры. Я обратился тогда за советом к моему школьному другу Гансу Кристофу Вольфу, который хорошо разбирался в греческом, и мы с ним обсуждали различные понятия. Создавая слово «синергетика», я преследовал цель привести в движение новую область науки, которая занимается вышеуказанными проблемами. Уже тогда я видел, что существуют поразительные сходства между совершенно различными явлениями, например, между излучением лазера и социологическими процессами или эволюцией, что это должно быть только вершиной айсберга. Правда, в то время я не подозревал, что эта область может оказывать влияние на столь многие и отдаленные области исследования, как, например, психология и философия, как Вы это так прекрасно делаете.

Наряду с синергетикой существуют некоторые другие направления в науке, в рамках которых исследуются сложные системы и процессы самоорганизации, а именно: теория детерминированного хаоса, исследование фракталов, теория автопоэзиса, теория диссипативных структур, современная теория сложности или так называемая теория самоорганизованной критичности. Все эти направления можно представить себе как частично пересекающиеся круги. Дело обстоит так, как будто ученые говорят на разных языках, но они говорят все-таки примерно об одном и том же. Что общее стоит за всеми этими областями? Какое название Вы бы дали, чтобы обозначить некоторую общую область исследования? Теория самоорганизации? Теория сложности? Или, быть может, нечто другое?

Когда я предложил слово «синергетика», я добавил к этому еще следующее пояснение: «учение о взаимодействии». Тем самым была очерчена общая направленность этого исследовательского движения, которая сохраняет силу и сегодня, а именно: исследование общих закономерностей, которые действуют в системах, состоящих из отдельных частей. Чтобы вдохнуть жизнь в эту область, т. е. показать, что мы начинаем здесь далеко не бессмысленное новое предприятие, я предложил для понимания общих закономерностей использовать такие понятия, как параметры порядка, принцип подчинения и т. д. Однако было ясно, что это только начало поиска такого рода закономерностей.

В дальнейшем были открыты иные очень важные закономерности подобного рода, например, в теории детерминированного хаоса и в ходе исследования фракталов. Я полагаю, что все эти новые результаты подпадают под термин «синергетика», ибо с самого начала синергетика понималась как некая направленность исследования, а, разумеется, не как конечный результат. С тех пор как я основал эту область, данная направленность исследования была продолжена и несколько иначе под другими названиями. К примеру, в США был основан институт по исследованию «адаптивных сложных систем», причем некоторые сотрудники этого института корректным образом ссылаются на европейских предшественников в форме синергетики и теории диссипативных структур. Поэтому существует несомненно много названий для этой области: теория сложности, теория самоорганизации и т. д.

Какое отношение имеет синергетика ко всем этим смежным областям исследования? Можем ли мы говорить о синергетике в узком смысле, которая связана с Вашим именем, а также и о синергетике в более широком смысле? Синергетика в широком смысле могла бы охватывать, вероятно, все эти области исследования?

Теория детерминированного хаоса занимается исследованием удивительного хаотического поведения немногих переменных или степеней свободы, что на первый взгляд не имеет отношения или довольно мало касается систем, состоящих из большого количества частей. Но здесь помогает принцип подчинения. Мы ведь знаем, что даже сложные системы вблизи моментов нестабильности управляемы немногими степенями свободы, параметрами порядка, поведение которых в таком случае исследуется в рамках теории детерминированного хаоса. Правда, одну часть теории детерминированного хаоса, а именно ту, которая занимается исследованием Гамильтоновых систем, я бы исключил здесь из рассмотрения, ибо в центре внимания синергетики находятся диссипативные системы. Исследования фракталов находят, пожалуй, свои важнейшие приложения в математическом описании специальных структур, которые возникают спонтанно, например, таких структур, как облака.

Теория автопоэзиса первоначально занималась рассмотрением центрального вопроса о том, как самоподдерживаются биологические структуры. Здесь можно было бы усмотреть отличие от синергетики в ее исходной направленности, где речь идет о возникновении новых структур. Теория автопоэзиса же придает особое значение сохранению структур.

Теория диссипативных структур занималась изучением физических, химических или биологических систем, причем здесь целью исследования является спонтанное формирование структур за пределами термического равновесия и в то же время при помощи процессов диссипации. Сначала было предложено осмыслить эти явления посредством понятий производства энтропии или чрезмерного производства энтропии. Однако эта по-

пытка не была успешной, что одновременно показало, что рассматриваемые синергетикой открытые системы представляют собой такую область исследования, которая не может быть постигнута посредством классических понятий. Это свидетельствует об особом значении синергетики для названных здесь областей исследования.

Теория сложности находится, на мой взгляд, на самой начальной стадии своего развития. Хотя и дано определение некоторым мерам сложности, но они выражаются чаще всего абстрактными понятиями, которые не могут быть представлены эффективным образом.

Так называемая самоорганизированная критичность — это очень интересная область, в которой, к примеру, возникли модели песчаных куч. Эта теория дает новые импульсы исследованию. Совершенно очевидно, что здесь, как и в синергетике, речь идет о поведении систем, которые состоят из многих отдельных частей. В этой теории исследуются опять-таки общие закономерности поведения такого рода систем.

Какие ключевые слова Вы могли бы назвать, которые наилучшим образом выражают основное содержание синергетики?

Я бы выбрал следующие ключевые слова, раскрывающие сущность синергетики:

1. Исследуемые системы состоят из нескольких или многих одинаковых или разнородных частей, которые находятся во **взаимодействии** друг с другом.

2. Эти системы являются **нелинейными**.

3. При рассмотрении физических, химических и биологических систем речь идет об **открытых системах**, далеких от теплового равновесия.

4. Эти системы подвержены внутренним и внешним **колебаниям**.

5. Системы могут стать **нестабильными**.

6. Происходят **качественные изменения**.

7. В этих системах обнаруживаются **эмерджентные** новые качества.

8. Возникают **пространственные, временные, пространственно-временные или функциональные структуры**.

9. Структуры могут быть **упорядоченными** или **хаотическими**.

10. Во многих случаях возможна **математизация**.

Многие события и новации в науке зависят от личностных предпочтений ученых. Научные теории всегда носят на себе неизгладимую печать их создателей. Считаете ли Вы, что в области исследования сложных нелинейных систем, о которой мы говорим, сильна конкуренция между различными научными школами и отдельными учеными? Или, быть может, эта конкуренция даже сильнее и жестче, чем в других исследовательских областях? Исследование хаоса и фракталов — это, возможно, пик нынешней научной моды. А там, где мода, идет сильная борьба за «потребителя» — за читателя, студента, преподавателя, а также за гранты, престиж, славу, наконец. Сталкивались

ли Вы в своей жизни с недобросовестностью научной конкуренции, ложными друзьями, воровством идей? Иными словами, сколь «грязна» кухня нынешней науки? И «грязнее» ли она сегодня, чем прежде?

Я думаю, что соревнование во многих областях науки очень сильно, хотя в различных дисциплинах и странах оно различно по своей силе. При этом соревнование может быть одинаково жестким, идет ли речь о фундаментальных исследованиях или о приложениях. В первом случае на переднем плане находится стремление к славе, а во втором — к деньгам.

Разумеется, на протяжении своей жизни человек постоянно получает и негативный опыт. Но в общем и целом я оптимист по природе, я не храню негативный опыт в своем сердце. Что мне, правда, иногда причиняет боль — и я слышу об этом также от ряда коллег, — это когда уже опубликованные результаты другими учеными не цитируются, их, так сказать, полностью игнорируют.

Я не думаю, что кухня сегодняшней науки грязнее, чем она была раньше. Я считаю только, что сама кухня стала намного больше и поэтому, естественно, приходится чаще сталкиваться с неприятными вещами. Но нельзя забывать: и в прежние времена существовали ожесточенные споры о приоритетах и первенстве.

Вы вели и ведете научные исследования не только в Германии, но и в США. Известно, что наука и преподавание все более концентрируются в США. Студенты стремятся учиться в американских университетах, ученые стремятся работать в американских лабораториях. Это касается не только таких стран, как Китай или Россия, но и самой Германии. Скоро и немецкие ученые станут общаться между собой на английском, как на современной латыни. Что за всем этим стоит? Может быть, мы являемся свидетелями грандиозного процесса концентрации всей науки в США и вымирания ее в других странах? И если так, то хорошо это или плохо?

Начну с конца вашего вопроса: я рассматриваю концентрацию науки в одной отдельной стране как однозначно отрицательное явление. Наука — важная составная часть культуры различных народов, и эта культура безусловно должна сохраняться также у отдельных народов.

Вы, конечно, правильно заметили, что студенты, как и ученые, стремятся к тому, чтобы учиться или работать в США. Какова же причина этого? Она заключается, на мой взгляд, в том, что на американскую науку в средствах массовой информации многих стран смотрят как бы снизу вверх. Но действительно ли американская наука во всех отношениях лучше? Далеко не всегда. Дело в том, что в США сложилась особая культура науки и поведения ученого, когда каждый, грубо говоря, набивает себе цену. Каждый отдельный ученый постоянно должен доказывать свои достижения, с тем чтобы бороться за финансовую поддержку. Это ведет к тому, что он должен очень сильно публично рекламировать свои научные

успехи в полную противоположность европейским странам, где наука финансируется государством и борьба за деньги как результат внешнего признания не так необходима.

По моему представлению, наука в Европе, к которой я, разумеется, целиком и полностью отношу бывший Советский Союз и государства-правоприемники, или также наука в Японии и в других странах так же сильна, как и в США. Возьмем хотя бы в качестве примера обсуждаемую здесь синергетику, которая возникла в Европе, теперь, однако, заменяется другими словами, такими, как «исследование сложности». Каждый дилетант там должен считать, что эта область возникла в США, тогда как она все же родилась здесь, в Европе. Вспомните также о многих фундаментальных результатах, которые были получены в России, но не привлекли должного внимания.

Вообще говоря, я считаю, что существует ярко выраженный уклон Восток — Запад в распределении научного внимания и в цитировании. В таких странах, как Россия и Япония замечаются и используются не только собственные результаты, но также и все те, которые получены западнее от этих стран, т. е. в Европе и в США. В Европе воспринимаются и используются, надо сказать, к сожалению, только те результаты, которые достигнуты в США, частично также в Европе. И, наконец, ученые в США принимают во внимание только свои собственные результаты. Да и в самих США нередко можно услышать обвинения в адрес ученых, живущих на западном побережье, разумеется, это делается *cum grano salis*, что они используют только свои результаты. Это, возможно, — несколько преувеличенная картина. Но если вы общаетесь с исследователями в различных странах, эта общая картина подтверждается вновь и вновь. Если мне позволено сделать вывод, то надо сказать, что европейцы, а также представители других стран, должны научиться публично представлять свои научные результаты, и исследователи должны быть более внимательными друг к другу.

Интересно было бы побольше узнать о Вас как о человеке. Позвольте задать Вам несколько личных вопросов.

Кем бы Вы хотели стать, если бы не стали физиком? Есть ли у Вас скрытая «вторая профессия», которая, к счастью или, быть может, к несчастью, не реализовалась?

Первоначально я хотел стать инженером по строительству самолетов и ракет. Однако когда оказалось, что это невозможно, я перешел к математике и физике. Оглядываясь назад, я рад, что стал синергетиком.

Каких ученых в истории науки могли бы Вы назвать, которых Вы высоко цените и к которым Вы чувствуете себя наиболее близким по духу и миропониманию?

Моим недостижимым образцом всегда был Леонардо да Винчи, которого я еще в школьные годы высоко почитал в качестве универсального гения, прежде всего в естественно-научной и технической областях.

Не могли бы Вы назвать Ваше любимое художественное произведение? Любимую картину или любимого художника? Любимое музыкальное произведение или композитора?

Гёте «Фауст», Иероним Босх «Рай», Леонардо да Винчи как художник, Бетховен.

Есть ли у Вас любимое место в Германии? Какое Ваше любимое блюдо немецкой кухни? Есть ли у Вас сорт вина, который Вы предпочитаете, обычно заказываете?

Собственно говоря, мне больше всего нравится Мюнхен, где я с удовольствием ем ленивчики с хлебными фрикадельками. Поскольку я живу здесь, в Вюртемберге, я предпочитаю вюртембергское вино.

Многие ученые, писатели и художники рассматривали бокал вина в качестве фактора вдохновения и стимула творческой деятельности. Но Ницше, например, вообще не пил и не рекомендовал так называемые «духовные напитки» для людей духовной деятельности¹. Каково Ваше мнение на этот счет?

Я люблю вино. Оно для меня, собственно говоря, нечто большее, чем расслабление, но меньшее, чем вдохновение.

Когда Вы обычно работаете: утром, днем, вечером или, может быть, ночью? Нужно ли Вам для работы полное уединение или, наоборот, общение с людьми и смена мест? Нужно ли Вам подбадривать себя, скажем, кофе или крепким чаем?

Это может быть совершенно по-разному: иногда утром, иногда после полудня, иногда вечером или ночью. Когда я, к примеру, писал свой том по теории лазера, я работал в основном по вечерам и ночам. Для творчества мне необходимы оба состояния: некоторые периоды общения с людьми, участия в конференциях, и далее снова полное уединение. Некоторое время я пил много кофе и не знал меры в этом, до тех пор пока не перенес катастрофический срыв в своем здоровье. С тех пор я стал более осторожным с кофе. Чай я переносу гораздо лучше, хотя я после него часто не могу спать, а всю ночь размышляю над проблемой. Время от времени это даже приводит к решению.

Вы занимаетесь наукой. Но наша жизнь настолько разнообразна, что в ней могут происходить такие события, которые не укладываются

¹ Здесь обыгрывается двойственное значение соответствующего немецкого выражения «geistige Getränke». Слово «geistig» означает не только «спиртной», но и «духовный». Спиртные напитки некоторые рассматривают как средства поднятия духа.

ются в наши научные представления. Был ли в Вашей жизни хотя бы один случай, который мог бы прямо или косвенно подтвердить магию, мистику или астрологию? Скажем, сбывшиеся предсказания или суеверия, «вещие сны», существование призраков?

Однажды было одно пророчество, которое, к моему большому удивлению, по своему основному содержанию сбылось. Но, вероятно, это был только один единственный случай, который я помню, а все другие предсказания, будучи ложными, стерлись из моей памяти.

В начале нашей беседы мы обсудили некоторые чисто научные аспекты синергетики. Теперь мне хотелось бы немного расширить поле нашего разговора и затронуть вопросы мировоззрения и философии.

Известно, что всегда трудно обосновать основополагающие законы, принципы научной теории. Как говорил Аристотель, «начала необходимо принять, прочее следует доказать». Строгое научное знание тесно связано здесь с научными убеждениями и даже с верой в правильность научных результатов. За такого рода верованиями и убеждениями могут стоять определенное мировоззрение и особые философские предпосылки. Такую роль играла, например, философия Серена Киркегора для Нильса Бора или философия Платона для Вернера Гейзенберга. Как Вы оцениваете роль научных убеждений и веры в синергетику и ее междисциплинарную силу в своих собственных научных изысканиях? Влияния каких философов Вы испытали в течение Вашей жизни?

Когда я был школьником и студентом, я очень интересовался философией, философией Канта, Гегеля и других мыслителей. В противоположность предыдущему поколению, которое было сильно ориентировано на философию, я занимаю весьма трезвую позицию, т. е. стал довольно прагматичным: мы, так сказать, не можем позволить, чтобы нами руководили философские принципы, но только опыт. Я полагаю, что это представление сформировалось прежде всего благодаря квантовой теории, возникновение которой не могло быть предсказано ни одной духовной школой; она до известной степени была навязана нам самой природой.

Несмотря на это часто в наши собственные работы естественным образом вливаются первичные убеждения, которые можно проследить в прошлое и усмотреть уже в воззрениях античных философов. Это, например, мое убеждение в существовании общих закономерностей, которые имеют силу не только для фундаментальных составных частей материи, но также и для поведения сложных систем. Я, пожалуй, занимаю здесь позицию ближе к Аристотелю, чем к Платону.

Выражаясь несколько упрощенно, одна из главных идей синергетики такова, что «все рождается само по себе, спонтанно, своими собственными силами», «все происходит из самодвижения и самоорганизации». Означает ли это, что синергетика исключает идею

творца, т. е. Бога, или, по крайней мере, идею первичного толчка? Означает ли это, что синергетика атеистична по своему существу?

По моему мнению, как существование, так и несуществование Бога не может быть ни доказано, ни опровергнуто естественно-научными средствами. Поэтому синергетика не может быть ни теистичной, ни атеистичной. Позвольте мне объяснить это несколько подробнее. Синергетика в самом деле основывается на исследовании феномена самоорганизации, так что влияние Бога на первый взгляд исключено. Но можно ставить вопросы и дальше: кто создал тогда законы, по которым происходит самоорганизация? Или же мы знаем, что развитие самоорганизующейся системы всегда определяется флуктуациями, которые мы не можем предвидеть, но они внутренне присущи системе. Здесь мы сталкиваемся с границами нашего познания.

Старый философский вопрос: что первично, дух или материя? Как бы Вы, при всей истасканности и идеологичности этого вопроса, ответили на него? Или этот вопрос в рамках синергетических исследований вообще некорректен?

Если вопрос ставится так, то дух и материя в конечном счете совпадают в нашем мозге. Я кратко обсудил данную взаимную связь в своей книге «Principles of Brain Functioning» (Berlin: Springer, 1996) и пришел к такому заключению. Подобный взгляд был выражен еще Спинозой. Дух и материя являются только двумя сторонами одной и той же медали. Выражаясь на языке синергетики, дух является как бы параметром порядка, а нервные клетки — частями, подчиненными ему. И, напротив, в результате циклической причинности коллективное поведение нервных клеток определяет параметр порядка.

И еще одна философская дилемма: либо все родилось и движется «само по себе», либо кто-то или что-то за всем этим стоит, кому-то это «надо»? Иными словами, я затрагиваю проблему телеологии и вызываю в данном случае не к Вашим рациональным научным знаниям, а к Вашей интуиции, к Вашему первичному жизненному ощущению. Есть ли у Вас чувство, что, занимаясь наукой, Вы угадываете чей-то замысел, ищете смысл, имеете дело с загадочным молчащим существом (Вселенной) или, напротив, никто и ничто за этим не стоит, нет ни тайны, ни смысла, и вопрос просто в том, чтобы технически понять, как работает «эта машина»?

Если ученый намеревается исследовать «машину Вселенной» или «машину жизни», то он постоянно сталкивается с чем-то диковинным, а именно: он необычайно изумляется сложностью многих процессов и структур, осмысленному и целесообразному, которое таится не только в биологических, но и уже в геофизических и метеорологических процессах. Если мы размышляем о самом человеке: для простого выживания он, разумеется,

не нуждается в высшей математике или эстетических чувствах. На мой взгляд, и дарвинизм дает только весьма общие и грубые рамки, однако самые важные вещи, например, то, как в деталях протекает процесс возникновения нового вида благодаря мутациям, мы еще все-таки досконально не постигли. Перед лицом великолепия Вселенной я и сам испытываю благоговейные чувства. Однако я не думаю, что мы в наших исследованиях сталкиваемся с загадочным и молчащим существом, находится ли оно в конечном счете во Вселенной или же только в наших сердцах.

В заключение я хотела бы затронуть вопросы о перспективных приложениях синергетики, а также о будущем синергетики и науки вообще.

Синергетика принадлежит к немногим областям, которые обладают свойством самоприменимости. Можно ли рассматривать историю самой синергетики с синергетической точки зрения? А именно: использовать при этом такие понятия, как хаос, неустойчивость, параметры порядка?

Это действительно так: синергетика имеет свойство самоприменимости. Синергетика является новой областью исследования, поэтому она представляет собой, если хотите, новое эмерджентное образование в структуре научных дисциплин. Ранее я уже говорил о том, что здесь существует тесная связь с воззрениями Томаса С. Куна, которые он изложил в своей книге о научных революциях. То, что он характеризует там в качестве научной парадигмы, представляет собой в смысле синергетики не что иное, как параметр порядка. Если выявляются все новые и новые факты, старая парадигма дестабилизируется. Это приводит, следовательно, к возникновению состояния неустойчивости. Вблизи точки бифуркации выдвигаются новые предложения, которые частично снова отвергаются. Это ведет, стало быть, к критическим флуктуациям, к микроскопическому хаосу, и в конце концов получает признание новая парадигма.

Правда, в науке еще не рассматривалась такая бифуркация, которая бы означала, что к изучению новых научных фактов приступают различные новые области, которые, однако, исключают друг друга. Такого рода возможность я уже описал в одной из моих предыдущих работ, но до сих пор не существует, пожалуй, реального проявления такой ситуации. По-другому обстоит дело, правда, с науками о человеке и сознании, где могут возникать различные школы, которые затем отчасти могут ожесточенно конкурировать друг с другом.

Еще в своих книгах 70-х годов Вы указывали на далеко идущие и широкомасштабные возможности применения синергетики, включая ее возможные применения к пониманию сугубо человеческих и социальных процессов. Было ли в ходе развития синергетики что-то неожиданное для Вас? Возможно, обнаруживались новые возможности применения, которые Вы первоначально совершенно не предполагали?

Хотя синергетика возникла в рамках естественных наук, мне всегда представлялось, что ее важнейшие возможные приложения будут касаться специфических человеческих и социальных процессов. Здесь перед нами открывается ещё чрезвычайно обширное поле исследования. При чем для меня уже неоднократно возникали неожиданные сюрпризы в развитии синергетики. Например, интересные эксперименты по исследованию движения пальцев, проведенные Келсо², которые удалось очень хорошо объяснить с помощью понятий синергетики. Еще одним неожиданным применением стал синергетический компьютер³, который показал, каким образом понятия синергетики могут применяться также в информатике.

Какие области применения синергетики Вы рассматриваете как наиболее перспективные и многообещающие в обозримом будущем? Какие проблемы остаются еще открытыми для дальнейшего исследования?

Очень важной областью является, на мой взгляд, медицина, где проводятся увлекательные фундаментальные исследования. На первый план выступает для меня здесь исследование мозга, где мы исследуем МЭГ и ЭЭГ, применяя методы анализа нового типа, и я очень рад, что эти методы все более совершенствуются, а также заменяются новыми.

Для дальнейшего исследования существует, несомненно, огромное число проблем, и я бы не взялся перечислить их здесь все. К ним относятся, например, развитие новых компьютеров, которые еще в большей мере работают по синергетическим принципам, более скрупулезное исследование экономических процессов, которые являются в высокой степени сложными и одновременно кооперативными, т. е. синергетическими, и многие другие проблемы.

² Суть экспериментов, проведенных близким коллегой Г. Хакена Дж. А. Скоттом Келсо (Центр по исследованию сложных систем, Атлантический университет Флориды, Бока Ретон, США), состоит в том, что параллельное движение пальцев рук внезапно и самопроизвольно переключается на их антипараллельное движение. Наблюдается фазовый переход. Теоретическое объяснение свойств этого феномена, таких, как мультистабильность, бифуркации и гистерезис, известно в литературе как модель Хакена-Келсо-Бунца и составляет в настоящее время неотъемлемую часть синергетики (Примеч. Е. К.).

³ Специфический компьютер, основанный на принципах синергетики и названный поэтому синергетическим компьютером, используется главным образом для распознавания образов. Как показали исследования, этот компьютер может выбирать и реконструировать одно из человеческих лиц из некоторого набора лиц, сохраненных в его памяти, т. е. реконструировать лицо по частичным данным, введенным в данный момент. Последние эксперименты с синергетическим компьютером ориентированы на задачу распознавания не только образов человеческих лиц и построения целостного образа по отдельным характерным деталям (по носу или глазам), но и характерных выражений человеческого лица, шести основных эмоциональных состояний (радости, печали, страха, гнева, удивления и пренебрежения) (Примеч. Е. К.).

Какая судьба, по вашему мнению, ожидает синергетику? В России синергетика уже весьма широко распространена, здесь она, по-видимому, уже глубоко укоренилась. Ваши книги переведены на русский и широко читаются. Кажется, что синергетика получила в России уже собственное внутреннее развитие. Но мы знаем ведь судьбу кибернетики, этого многообещающего детища 50-х годов. Слово «кибернетика» осталось ныне только на обложках немногих журналов и в названиях некоторых научных обществ. Может ли синергетика в будущем оказаться поглощенной некоторой другой междисциплинарной областью исследования? Может ли произойти так, что возникнет некая новая междисциплинарная структура, которая будет базироваться на изучении сложности и самоорганизации вообще?

Кибернетика является, конечно, важным примером области, охватывающей различные научные дисциплины. Эта область имела, я полагаю, очень сильное, возможно даже решающее, влияние на развитие определенных специальных областей, в первую очередь, техники управления и информатики. В то же время я думаю, что здесь происходит постоянная смена значения различных дисциплин, подобно тому как это наблюдается с научными знаниями вообще: возникает огромный объем научных знаний, потом имеет место период, в течение которого эти знания систематизируются, просматриваются и упорядочиваются по основополагающим принципам, тем самым эти знания делаются более понятными. Затем снова наступает период экспансии и т. д. Это не обязательно должно рассматриваться во временном отношении, но может быть понято в некоторых интеллектуальных рамках.

Именно так я понимаю ход развития кибернетики или сейчас синергетики. Сначала возникает очень много отдельных областей науки, которые все более расщепляются на отдельные области. Но тут же оказывается, что очень важно и плодотворно вести поиск общезначимых связывающих принципов, с тем чтобы эти дисциплинарные области могли каким-то образом коммуницировать друг с другом, а также признать, что процессы в каждой из изучаемых областей протекают согласно определенным принципам более высокого порядка. Кибернетика, несомненно, служила этой цели и выполняла синтетическую функцию. В самом деле постоянно проводятся конференции и выпускаются журналы, которые поддерживают эту область и обеспечивают тем самым диалог между различными специальными областями.

В то же время положение дел сегодня таково, что синергетика, рассматривая вопросы спонтанного возникновения структур, т. е. самоорганизации, пожалуй, частично оттеснила кибернетику, поскольку именно синергетика имеет дело с современными постановками проблем. Я полагаю, что синергетика еще, по крайней мере, в течение нескольких десятилетий будет играть действенную роль как такого рода духовная связь между различными специальными дисциплинами. И мне представляется, что эта роль синергетики в перспективе даже возрастет, как это видно, например, по целому ряду недавно основанных журналов или по возрастаю-

щему количеству конференций, на которых рассматриваются проблемы самоорганизации и другие подобные проблемы в смысле синергетики.

Правда, не следует ожидать, что все эти мероприятия подпадают под название «синергетика». Они проводятся также и под другими названиями, такими, например, как «сложность», «динамика» и т. п. Но, в сущности говоря, речь идет при этом о той же самой направленности, а именно о диалоге между дисциплинами применительно к этим кооперативным конструктивным процессам. Придет ли в будущем что-то новое на смену синергетике, нельзя предсказать. Это относится уже к прогрессу науки, в ходе которого возникают полностью неожиданные новые понятия и совершаются новые открытия.

Каждая эпоха имела свое лидирующее научное направление, свой «фокус прорыва». В 20-е и 30-е годы это была теоретическая физика, создание квантовой теории, в 50-е и 60-е годы — вероятно, прикладная и экспериментальная физика (ускорители и т. п.). 80-е годы ознаменовались бурным развитием информатики, computer science. В 90-е годы такой фокус, возможно, связан с прикладной молекулярной биологией и генетикой. В моем представлении, главное прикладное научное достижение, которое состоялось на конце 90-х годов — сверхминиатюризация вторжения в природу. Мы ведь можем уже представлять отдельные атомы (легендарная надпись IBM, сделанная отдельными атомами с помощью специального туннельного микроскопа), свободно оперировать молекулами в геноме с целью клонирования, не говоря уже о такой ставшей обыденностью «мелочи», как компьютерные чипы. Я приглашаю Вас перенестись на 20–30 лет вперед и подключить Вашу научную интуицию. Где будет «фокус прорыва» к тому времени? Какое главное прикладное научное достижение мы можем иметь в отдаленном будущем?

Перед лицом стремительного развития научных исследований становится все труднее делать предсказания о развитии на следующие десятилетия. Если я позволю себе свободный полет фантазии, то я бы предположил, что научный прорыв прежде всего будет лежать в медицинской области. Может, например, удастся создать протезы мозга, посредством которых может осуществляться тесная связь между мозгом и компьютером, или для того чтобы компенсировать определенный дефицит работы мозга, или же для того чтобы существенно расширить возможности человеческого мозга, переводить работу мозга в необычные новые измерения. Такие возможности возникают в том числе благодаря представлениям о компьютерах нового типа. Уже сегодня существуют понятия «квантовый компьютер» и «ДНК-компьютер», но возможно существуют еще совершенно иные типы. Большие перспективы открываются также благодаря новым методам исследования материалов, где мы можем лучше соединять живую ткань с неживым веществом.

ГЛОССАРИЙ

Аттрактор — устойчивое состояние (структура) системы, которое как бы «притягивает» (*attractere* — лат., притягивать) к себе все множество «траекторий» системы, определяемых различными начальными условиями (если система попадает в конус, или сферу, аттрактора, то она неизбежно эволюционирует к этому устойчивому состоянию (структуре)). Тогда как в большинстве работ по проблемам самоорганизации под аттрактором понимается изображение этого относительно устойчивого состояния в фазовом пространстве, в настоящей работе аттракторами называются реальные структуры в открытых нелинейных средах, на которые выходят процессы эволюции в этих средах в результате затухания промежуточных, переходных процессов. Подчеркивая это, мы часто употребляем целостное новообразование «структуры-аттракторы».

Аттрактор странный — один из видов аттракторов, фазовый портрет которого представляет собой некоторую ограниченную область, по которой происходят случайные блуждания. Следуя И. Пригожину, странный аттрактор можно назвать «привлекающим хаосом».

Бифуркации точка — точка ветвления возможных путей эволюции системы, чему на уровне математического описания соответствует ветвление решений нелинейных дифференциальных уравнений.

Детерминированный хаос — одно из направлений синергетических исследований, в рамках которого изучаются виды хаоса и различные сценарии перехода к хаосу детерминированных (динамических) систем.

Диссипация — процессы рассеяния энергии, превращения ее в менее организованные формы (тепло) в результате процессов диффузии, вязкости, трения, теплопроводности и т. п.

Нелинейная среда (система) — среда (система), процессы в которой описываются нелинейными уравнениями. Это — среда, которая может эволюционировать различными путями, таит в себе бифуркации.

Нелинейность в математическом смысле — определенный вид математических уравнений, содержащих искомые величины в степенях, больших 1, или коэффициенты, зависящие от свойств среды. Нелинейные математические уравнения, как правило, имеют несколько (более одного) качественно различных решений.

Нелинейность в мировоззренческом смысле — многовариантность путей эволюции, наличие выбора из альтернативных путей и опре-

деленного темпа эволюции, а также необратимость эволюционных процессов.

Неустойчивость вблизи момента обострения — чувствительность нестационарных (эволюционирующих) структур к малым возмущениям (флуктуациям) на асимптотической стадии, вблизи «конечного» состояния, приводящая к вероятностному хаотическому распаду этих структур.

Неустойчивость по Ляпунову — один из видов неустойчивости, неустойчивость по отношению к начальным данным, к начальным возмущениям (отклонениям), которые приводят далее, в процессе развития процесса, к сколь угодно большим различиям, к экспоненциальному «разбеганию» смежных траекторий.

Неустойчивые системы (среды) — определенный класс систем (сред), поведение которых чувствительно к малым возмущениям, к хаотическим флуктуациям на микроуровне, состояние которых может резко изменяться под их влиянием.

Обострение (англ. blow up):

— **время обострения** — конечный (ограниченный) промежуток времени, в течение которого процесс сверхбыстро, асимптотически развивается;

— **задача на обострение** — некий класс модельных задач для анализа открытых нелинейных систем (сред), в которых предполагается, что процессы развиваются сверхбыстро, т.е. характерные величины (например, температура, энергия, концентрация, денежный капитал) неограниченно возрастают за конечное время;

— **режим с обострением** — режим, имеющий длительную квазистационарную стадию и стадию сверхбыстрого нарастания процессов в открытых нелинейных средах.

Обратная связь объемная нелинейная положительная — механизм самовлияющего, самоподстегивающего развертывания процессов, действующий в каждой точке открытой нелинейной среды; иначе говоря, механизм ускоренного саморазвития, нарастания процессов по всему пространству среды. Такого рода механизм лежит в основе режимов с обострением.

Открытая система (среда) — определенный вид систем (сред), которые обмениваются веществом, энергией и/или информацией с окружающей средой, т.е. имеют источники и стоки. Способные к самоорганизации открытые системы, как правило, имеют объемные источники и стоки, а именно источники и стоки в каждой точке системы.

Резонансное возбуждение — соответствие пространственной конфигурации внешнего воздействия собственным (внутренним) структурам открытой нелинейной среды (системы).

Самоорганизация — процессы спонтанного упорядочивания (перехода от хаоса к порядку), образования и эволюции структур в открытых нелинейных средах.

Синергетика — новое междисциплинарное направление научных исследований, в рамках которого изучаются процессы перехода от хаоса к порядку и обратно (процессы самоорганизации и самодезорганизации) в открытых нелинейных средах самой различной природы.

Спектр структур открытой нелинейной среды — множество (набор) относительно устойчивых состояний ее организации, к которым, как к аттракторам, стремятся процессы в данной среде. В математическом плане спектр структур определяется спектром собственных функций, т. е. решений соответствующего нелинейного дифференциального уравнения.

Структура (в открытой нелинейной среде) — локализованный в определенных участках среды процесс, иначе говоря, процесс, имеющий определенную геометрическую форму и способный развиваться, трансформироваться в среде. Или переноситься по среде с сохранением формы.

Структура диссипативная — структура, возникающая в результате процесса самоорганизации, для осуществления которого необходим противоположный — дезорганизирующий — рассеивающий (диссипативный) фактор. Представление, широкое развиваемое в работах И. Пригожина.

Структура нестационарная — эволюционирующая структура, структура, способная к росту, усложнению и подверженная распаду.

Структура сложная — структура, построенная из нескольких простых структур (структур с одним максимумом) «разного возраста».

Структура стационарная — устойчивая, неразвивающаяся структура, т. е. структура, представляющая собой один из аттракторов эволюции открытой нелинейной среды и закрепившаяся на нем.

Структуры разного возраста — структуры, находящиеся на разных этапах эволюции, на разных стадиях приближения к моменту обострения.

Термодинамическая ветвь — состояние теплового хаоса, к которому, согласно второму началу термодинамики, идут процессы в закрытых системах. В открытых системах это — один из возможных путей эволюции, вообще говоря, самый примитивный ее путь.

Фазовый портрет — последовательность возможных состояний системы в фазовом пространстве, образующая более или менее сложную «траекторию» эволюции системы.

Фазовое пространство — абстрактное математическое многомерное пространство, координатами которого служат независимые параметры движения системы.

Флуктуации — случайные отклонения мгновенных значений величин от их средних значений, показатель хаотичности процессов на микроуровне системы.

Фрактальная размерность — дробная размерность (от *лат.*: *frangere*, *frangi*, *fractum*, *frangere* — ломать, разбивать, раздроблять), являющаяся характеристикой неустойчивого, хаотического поведения систем (сред), описывающихся, в частности, странными аттракторами.

Фрактальные объекты (фрактали) — объекты, которые обладают свойствами самоподобия или масштабной инвариантности, т. е. такие, некоторые фрагменты структуры которых строго повторяются через определенные пространственные промежутки.

НС-режим — один из типов разветвления процессов в открытой нелинейной среде, когда отсутствует локализация, происходит размывание структур. Это — режим неограниченно разбегающейся от центра волны (рис. 1). Данный режим имеет место в том случае, если диссипативный, размывающий фактор интенсивнее, чем фактор локализации, работа нелинейного источника энергии. «Н» в названии этого режима означает «higher», выше, чем S-режим, т. е. процессы в нем развиваются быстрее, чем в S-режиме.

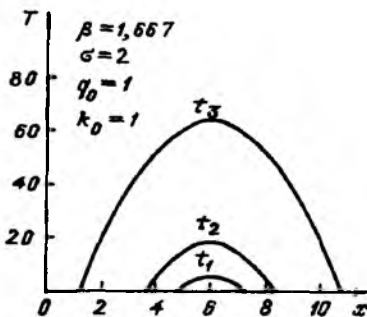


Рис. 1

S-режим — режим «горения», развития процесса с обострением, когда на асимптотической стадии процесс локализуется и развивается внутри некоторой фундаментальной длины L (рис. 2). Название S-режим введено по первым буквам фамилий авторов работы, где впервые была изучена устойчивость остановившейся тепловой волны в краевой задаче для уравнения нелинейной теплопроводности. Английское «S» в названии удачно согласуется с термином «standing wave» — стоячая волна.

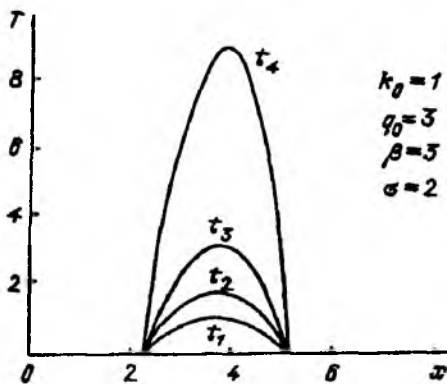


Рис. 2

LS-режим — определенный тип развертывания процессов в открытой нелинейной среде в режиме с обострением, когда происходит все более интенсивное развитие процесса во все более узкой области вблизи максимума (рис. 3). Это — «сходящиеся волны горения», причем эффективная область локализации сокращается. Имеет место тогда, когда фактор, создающий неоднородности в среде (действие нелинейных объемных источников), работает значительно сильнее, чем рассеивающий, размывающий фактор. Главная характеристика LS-режима состоит в том, что он развивается медленнее S-режима. Это отражается в названии. «L» означает «lower», более низкий, чем S-режим. «Тепловая энергия» слабее «размывается» по пространству, чем в случае S-режима. LS-режим в открытой нелинейной среде имеет ряд качественно различных решений, их неединственность обуславливает спектр структур разной сложности.

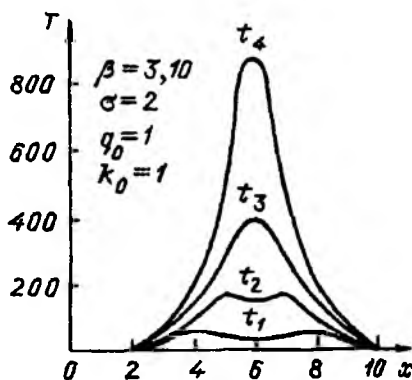


Рис. 3

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абаев Н. В.* Концепция «просветления» в «Махаяна-шраддхотпада-шастре» // Психологические аспекты буддизма. Новосибирск: Наука, 1986. С. 23–46.
2. *Абаев Н. В.* Чань-буддизм и культурно-психологические традиции в средневековом Китае. Новосибирск: Наука, 1986.
3. *Аверинцев С. С.* Из духовных стихов // Философская и социологическая мысль. 1990, № 4. С. 118–119.
4. *Автономова Н. С.* Философские проблемы структурного анализа в гуманитарных науках. М.: Наука, 1977.
5. *Автономова Н. С.* Диалектика рациональности: рассудок и разум // Диалектика. Познание. Наука. М.: Наука, 1988. С. 226–235.
6. *Автономова Н. С.* Рассудок. Разум. Рациональность. М.: Наука, 1988.
7. Агни-йога. Издание в 6-ти т. Т. 2. М., 1992.
8. Агни-йога. Листы сада Мории. Т. 1. Новосибирск: Рериховское общество, 1990.
9. Агни-йога. Мир огненный. Т. 1. Новосибирск: Рериховское общество, 1990.
10. *Адлер А.* О нервическом характере. СПб., М.: Университетская книга, 1997.
11. *Адьютов М. М., Клоков Ю. А., Михайлов А. П.* Самоподобные тепловые структуры с сокращающейся полушириной // Дифференциальные уравнения. 1983. Т. 19. № 7. С. 1107–1114.
12. *Акчурин И. А.* Современные подходы к теоретическому синтезу физики и биологии // Единство научного знания. М.: Наука, 1988.
13. *Акчурин И. А.* Методология физики и познание сложности // Философия, естествознание, социальное развитие. М.: Наука, 1989.
14. *Аристотель.* Сочинения: В 4-х т. Т. 1. М.: Мысль, 1976.
15. *Аристотель.* Сочинения: В 4-х т. Т. 3. М.: Мысль, 1981.
16. *Арнольд В. И.* Гюйгенс и Барроу, Ньютон и Гук — первые шаги математического анализа и теории катастроф, от эволюент до квазикристаллов. М.: Наука, 1989.
17. *Арнольд В. И.* Теория катастроф. М.: Наука, 1990.
18. *Аршинов В. И.* Синергетика как феномен постнеклассической науки. М.: ИФ РАН, 1999.
19. *Аршинов В. И., Князева Е. Н.* Синергетика как метод экспериментирования с реальностью // Проблемы ноосферы и устойчивого разви-

тия: Материалы 1-й международной конференции. СПб.: Из-во СПбГУ, 1996. С. 100–104.

20. Аршинов В., Малый А., Попов П. Медицина III в контексте становления синергетического познания // Московский синергетический форум. Январская (1996) встреча. Устойчивое развитие в изменяющемся мире. 27–31 января 1996, Москва / Тезисы / Под ред. В. И. Аршинова, Е. Н. Князевой. Москва, 1996. С. 31–32.

21. Аршинов В. И., Свирский Я. И. От смыслопрочтения к смыслопорождению // Вопросы философии. 1992. № 2. С. 145–152.

22. Афоризмы старого Китая. М.: Наука, 1991.

23. Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Парадоксы мира нестационарных структур. Сер. Математика и кибернетика. № 5. М.: Знание, 1985.

24. Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Самарский А. А. Нестационарные диссипативные структуры и диффузионный хаос. М.: Наука, 1992.

25. Баблюнец А. Молекулы, динамика, жизнь. М.: Мир, 1990.

26. Баженов Л. Б. Редукционизм в научном познании // Природа. 1987. № 9.

27. Басин Е. Я. Творчество и эмпатия // Вопросы философии. 1987. № 2. С. 54–66.

28. Бассин Ф. В. Актуальность проблемы бессознательного // Философские науки. 1990. № 3. С. 43–53.

29. Батищев Г. С. Познание творчества // Природа. 1986. № 6. С. 50–59.

30. Бауэр Т. Психическое развитие младенца. М.: Прогресс, 1985.

31. Бахтин М. М. Эстетика словесного творчества. М.: Искусство, 1986.

32. Башляр Г. Новый рационализм. М.: Прогресс, 1987.

33. Башляр Г. Психоанализ огня. М.: Прогресс, 1993.

34. Белавин В. А., Капица С. П., Курдюмов С. П. Математическая модель глобальных демографических процессов с учетом пространственного распределения // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1998. Т. 38. № 6. С. 885–902.

35. Белавин В. А., Курдюмов С. П. Режимы с обострением в демографической системе: Сценарий усиления нелинейности // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2000. Т. 40. № 2. С. 238–251.

36. Бергсон А. Творческая эволюция // Собр. соч. Т. 1. СПб., 1913.

37. Бердяев Н. А. Воля к жизни и воля к культуре // Философская и социологическая мысль. 1989. № 11. С. 89–97.

38. Бердяев Н. А. Самопознание: Опыт философской автобиографии. М.: Мысль, 1991.

39. Берже П., Помо И., Видаль К. Порядок в хаосе: О детерминистическом подходе к турбулентности. М.: Мир, 1991.

40. Беркович С. Я. Клеточные автоматы как модель реальности: Поиски новых представлений физических и информационных процессов. М.: Из-во Московского университета, 1993.
41. Берталанфи Л. фон. Общая теория систем — обзор проблем и результатов // Системные исследования. Ежегодник 1969. М.: Наука, 1969. С. 30–54.
42. Берталанфи Л. фон. История и статус общей теории систем // Системные исследования. Ежегодник 1973. М.: Наука, 1973. С. 20–37.
43. Бескова И. А. Специфика мышления креативных личностей // Научное творчество как многомерный процесс. М.: ИФАН СССР, 1987. С. 68–83.
44. Бескова И. А. Как возможно творческое мышление. М.: ИФ РАН, 1993.
45. Бескова И. А. Проблема творчества и буддийская традиция // Вопросы философии. 1999. № 7. С. 158–173.
46. Бессознательное: Природа, функции, методы исследования. Тбилиси: Мецниереба, 1985.
47. Бибихин В. В. Мир // Философская и социологическая мысль. 1990. № 5.
48. Бириа Фаек. Об асанах, медитации и духе // Советский спорт. 1991. 26 января. С. 2.
49. Битов А. Грузинский дневник. Тбилиси: Мерани, 1985.
50. Богданов А. А. Всеобщая организационная наука: Тектология: В 2-х т. Л.: Книга, 1925.
51. Бор Н. Избр. научные труды. Т. 2. М.: Наука, 1971.
52. Борн М. Моя жизнь и взгляды. М.: Прогресс, 1973.
53. Брэдли Р. О скитаниях вечных и о Земле. М.: Правда, 1987.
54. Буданов В. Г. Модель эволюции дисциплинарного знания // Синергетика и учебный процесс. М.: РАГС, 1999. С. 132–144.
55. Буданов В. Г., Мелехова О. П. Концепция современного естествознания. М.: МГТУ ГА, 1998.
56. Бургин М. С., Кузнецов В. И. Развитие научного знания как синергетический процесс // Самоорганизация в природе и обществе. Л., 1988.
57. Бэкон Ф. Сочинения: В 2-х т. 2-е изд. Т. 2. М.: Мысль, 1978.
58. Валери П. Об искусстве. М.: Искусство, 1976.
59. Вартофский М. Модели: Репрезентация и научное познание. М.: Прогресс, 1988.
60. Василькова В. В. Порядок и хаос в развитии социальных систем: (Синергетика и теория социальной самоорганизации). СПб.: Лань, 1999.
61. Вейль Г. Математическое мышление. М.: Наука, 1989.
62. Велихов Е. П., Зинченко В. П., Лекторский В. А. Сознание: опыт междисциплинарного подхода // Вопросы философии. 1988. № 11. С. 3–30.
63. Вер Г. Яков Бёме сам свидетельствующий о себе и своей жизни (В изложении Герхарда Вера). Челябинск: Урал LTD, 1998.

64. Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988.
65. Вертгеймер М. Продуктивное мышление. М.: Прогресс, 1987.
66. Вивекананда С. Философия йоги. Магнитогорск: Амрита, 1992.
67. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. 2-е изд. М.: Наука, 1983.
68. Вишневский А. Г. Воспроизводство населения и общество: История, современность, взгляд в будущее. М.: Финансы и статистика, 1982.
69. Влади М. Владимир, или Прерванный полет. М.: Прогресс, 1989.
70. Волосевич П. П., Дегтярев Л. М., Курдюмов С. П., Леванов Е. И., Попов Ю. П., Самарский А. А., Фаворский А. П. Процесс сверхвысокого сжатия вещества и инициирование термоядерной реакции мощным импульсом излучения // Физика плазмы. 1976. Т. 2. № 2. С. 883–897.
71. Волошин М. Стихотворения. Ленинград: Советский писатель, 1982.
72. Волошин М. Лики творчества. М.: Наука, 1988.
73. В поисках теории развития науки. М.: Наука, 1982.
74. Врата в будущее: Сборник. М., 1990.
75. Гадамер Х.-Г. Истина и метод: Основы философской герменевтики. М.: Прогресс, 1988.
76. Гайденко П. П. Хайдеггер // Философская энциклопедия. Т. 5. М.: Советский писатель, 1970. С. 426–428.
77. Гайденко П. П. Эволюция понятия науки: Становление и развитие первых научных программ. М.: Наука, 1980.
78. Гайденко П. П. Эволюция понятия науки (XVII–XVIII вв.): Формирование научных программ Нового времени. М.: Наука, 1987.
79. Галактионов В. А., Курдюмов С. П., Самарский А. А. Об асимптотических собственных функциях задачи Коши для нелинейного параболического уравнения // Математический сборник. 1985. Т. 126. № 4. С. 435–472.
80. Галактионов В. А., Курдюмов С. П., Самарский А. А. Процессы в открытых диссипативных системах. Сер. Математика и кибернетика. № 11. М.: Знание, 1988.
81. Галактионов В. А., Самарский А. А. Методы построения приближенных автомодельных решений нелинейных уравнений теплопроводности // Математический сборник. 1982. Т. 118 (№ 3). С. 292–322.
82. Гачев Г. Д. Образы Индии (Опыт экзистенциальной культурологии). М.: Наука, 1993.
83. Гегель Г. В. Ф. Феноменология духа // Сочинения. Т. IV. М.: Изд-во социально-экономической литературы, 1959.
84. Гегель Г. В. Ф. Энциклопедия философских наук. Т. 2. М.: Мысль, 1975.
85. Гейзенберг В. Шаги за горизонт. М.: Прогресс, 1987.
86. Гейзенберг В. Физика и философия: Часть и целое. М.: Наука, 1989.

87. Гельмгольц Г. Как приходят новые идеи // Психология мышления: Хрестоматия. М.: Наука, 1981. С. 334–337.
88. Герцен А. И. Собр. соч.: В 8-ми т. Т. 6. М.: Правда, 1975.
89. Герцен А. И. Собр. соч.: В 8-ми т. Т. 7. М.: Правда, 1975.
90. Гомаюнов С. А. Композиционный метод в историческом познании. М.: МГПУ, 1994.
91. Гончаренко Н. В. Гений в искусстве и науке. М.: Искусство, 1991.
92. Го Юй (Речи царств). М.: Наука, 1987.
93. Григорьева Т. П. Японская художественная традиция. М.: Наука, 1979.
94. Григорьева Т. П. Дао и Логос (встреча культур). М.: Наука, 1992.
95. Григорьева Т. П. Синергетика и Восток // Вопросы философии. 1997, № 3. С. 90–102.
96. Гюнцль Г. К. Маленькие истории для тех, кто видит загадки и размышляет. СПб, 1999.
97. Данилов Ю. А. Нелинейная динамика: Пуанкаре и Мандельштам // Нелинейные волны: Динамика и эволюция. М.: Наука, 1989. С. 5–15.
98. Данилов Ю. А., Кадомцев Б. Б. Что такое синергетика // Нелинейные волны: Самоорганизация. М.: Наука, 1983. С. 10–18.
99. Данилова О. Н., Евин И. А., Петров В. М. Эволюция социокультурной сферы: опыт количественного анализа // Математические методы и модели в социологии. Вып. 1. Кн. 1. М., 1991. С. 83–93.
100. Данилова О. Н., Петров В. М. Периодические процессы в музыкальном творчестве // Природа. 1988. № 10. С. 54–59.
101. Декарт. Сочинения: В 2-х т. Т. 1. М.: Мысль, 1989.
102. Джахая Л. Исторические судьбы теории эфира в современной теории вакуума // Очерки истории естествознания и техники. Вып. 37. Киев, 1989. С. 9–16.
103. Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики. М.: Наука, 1985.
104. Дзен-буддизм // Судзуки Д. Основы дзен-буддизма. Кацуки С. Практика дзен. Бишкек: МП «Одиссей», 1993.
105. Диалектика точного и неточного в современном научном познании (Материалы «круглого стола») // Вопросы философии. 1988. № 12. С. 3–42.
106. Димова С. Н., Касчиев М. С., Колева М. Г., Василева Д. П. Численное исследование радиально-несимметричных структур в нелинейной теплопроводной среде // Доклады Академии наук. 1994. Т. 338. № 4. С. 461–464.
107. Димова С. Н., Касчиев М. С., Курдюмов С. П. Численный анализ собственных функций горения нелинейной среды в радиально-симметричном случае // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1989. Т. 29. № 11. С. 1683–1704.
108. Добронравова И. С. Синергетика: становление нелинейного мышления. Киев: Лыбидь, 1990.

109. Дрейманис А. П. Нейросинергетика и процесс творческого мышления // Научно-техническое творчество: Проблемы эврилогии. Рига: Институт философии и права, 1987. С. 152–154.

110. Дункер К. Качественное (экспериментальное и теоретическое) исследование продуктивного мышления // Психология мышления. М.: Прогресс, 1965. С. 21–85.

111. Дункер К. Психология продуктивного (творческого) мышления // Психология мышления. М.: Прогресс, 1965. С. 86–234.

112. Дьяконов И. М. Пути истории: От древнейшего человека до наших дней. М., 1994.

113. Дюгем П. Физическая теория: Ее цель и строение. СПб.: Образование, 1910.

114. Евин И. А. Синергетика искусства. М., 1993.

115. Евин И. А. Синергетика мозга и синергетика искусства. М.: Геос, 2001.

116. Евин И. А., Яблонский А. И. Модели развития и теория катастроф // Системные исследования: Методологические проблемы. М.: Наука, 1982. С. 98–130.

117. Жданов Г. Б. Стандарты, развитие и научные школы // Природа. 1989. № 10. С. 79–84.

118. Жог В. И. Единство физического знания и когерентные процессы // Философские науки. 1986. № 1. С. 74–83.

119. Змитренко Н. В., Курдюмов С. П., Михайлов А. П., Самарский А. А. Локализация термоядерного горения в плазме с электронной теплопроводностью // Письма в ЖЭТФ. 1977. Т. 26. Вып. 9.

120. Змитренко Н. В., Михайлов А. П. Явление инерции тепла // Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. М.: Наука, 1988. С. 137–170.

121. Зорич И. М. Человек, открывший антимир // Природа. 1991. № 3. С. 114–116.

122. Иваницкий Г. Р. Ритмы развивающихся сложных систем. М.: Знание, 1988.

123. Исследование проблем психологии творчества. М.: Наука, 1983.

124. Итоги науки и техники: Современные проблемы математики: Новейшие достижения. Т. 28. М.: ВИНТИ, 1986 (1987). (Издана на английском: Journal of Soviet Mathematics. 1988. Vol. 41. N 5, 6. P. 1163–1356).

125. Кант. Сочинения: В 6-ти т. Т. 3. М.: Мысль, 1964.

126. Капица С. П. Математическая модель роста народонаселения мира // Математическое моделирование. 1992. Т. 4, № 6. С. 65–79.

127. Капица С. П. Феноменологическая теория роста населения Земли // Успехи физических наук. 1996. Т. 166. № 1. С. 63–79.

128. Капица С. П. О междисциплинарных исследованиях // Наука и технология в России. 1998. № 7 (30). С. 10–11.

129. Капица С. П. Сколько людей жило, живет и будет жить на Земле: Очерк теории роста человечества. М.: Международная программа образования, 1999.

130. Капица С. П. Общая теория роста человечества. М.: Наука, 1999.
131. Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего. М.: Наука, 1997.
132. Капра Ф. Уроки мудрости: Разговоры с замечательными людьми. М., 1996.
133. Карери Дж. Порядок и беспорядок в структуре материи. М.: Мир, 1985.
134. Карпинская Р. С., Лисеев И. К., Огурцов А. П. Философия природы: коэволюционная стратегия. М.: Интерпракс, 1995.
135. Касавин И. Т., Филатов В. П. Преемственность знания и научные революции в контексте познавательных традиций // Дialeктика. Познавание. Наука. М.: Наука, 1988. С. 192–206.
136. Кассирер Э. Избранное: Опыт наук о человеке. М.: Гардарики, 1998.
137. Кёстлер А. Дух в машине // Вопросы философии. 1993. № 10. С. 93–122.
138. Киселева Л. А. Философские проблемы психорегуляции, самосовершенствования и резервных возможностей человека // Философские науки. 1990. № 8. С. 121–122.
139. Клайн М. Математика: Поиск истины. М.: Мир, 1988.
140. Климонтович Ю. Л. Турбулентное движение и структура хаоса. М.: Наука, 1990.
141. Климонтович Ю. Л. Динамика неоднозначности // Успехи физических наук. 1993. Т. 163. № 11. С. 97–98.
142. Климонтович Ю. Л. Физика открытых систем — научное направление XXI века // Наука и технология в России. 1998. № 7 (30). С. 2–4.
143. Князева Е. Н. Случайность, которая творит мир: Новые представления о самоорганизации в природе и обществе // В поисках нового мировидения: И. Пригожин, Е. и Н. Рерихи. М.: Знание, 1991. С. 3–31.
144. Князева Е. Н. Одиссея научного разума: Синергетическое видение научного прогресса. М.: ИФ РАН, 1995.
145. Князева Е. Н. Международный Московский синергетический форум // Вопросы философии. 1996, № 11. С. 148–152.
146. Князева Е. Н. Синергетическая модель эволюции научного знания // Эволюционная эпистемология: проблемы и перспективы / Под ред. И. П. Меркулова. М.: Российская политическая энциклопедия, 1996. С. 102–128.
147. Князева Е. Н. Сложные системы и нелинейная динамика в природе и обществе // Вопросы философии. 1998. № 4. С. 138–143.
148. Князева Е. Н. «Я» как динамическая структура-процесс // Синергетика: человек, общество. М.: Изд-во РАГС, 2000. С. 78–90.
149. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Синергетика как новое мировидение: диалог с И. Пригожиным // Вопросы философии. 1992. № 12. С. 3–20.
150. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Синергетика: начала нелинейного мышления // Общественные науки и современность. 1993. № 2.

151. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. М.: Наука, 1994.
152. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Интуиция как самодостраивание // Вопросы философии. 1994. № 2. С. 110–122.
153. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Синергетика в контексте диалога Восток — Запад // Россия и современный мир. М.: ИНИОН РАН, 1995. № 3. С. 57–78.
154. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Синергетика и Восток: близость далекого // Духовные истоки Японии. Альманах. / Под ред. Т. П. Григорьевой. М.: Толк, 1995. С. 273–312.
155. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Путь самоорганизации природы: детерминация из будущего // Информация и самоорганизация / Под ред. К. Х. Делокарова. М.: Издательство РАГС, 1996. С. 14–33.
156. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Антропный принцип в синергетике // Вопросы философии. 1997. № 3. С. 62–79.
157. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Принципы коэволюции сложных систем и социальное управление // Синергетика и социальное управление. М.: РАГС, 1998. С. 8–18.
158. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Синергетика и принципы коэволюции сложных систем // Проблемы общественного развития. 1998. № 3–4. С. 3–6.
159. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Принципы самоорганизации и устойчивого совместного развития сложных систем // Высокие технологии и современная цивилизация. М.: ИФ РАН, 1999. С. 37–49.
160. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Жизнь неживого с точки зрения синергетики // Синергетика. Труды семинара. Т. 3. М.: Издательство МГУ, 2000. С. 39–61.
161. Князева Е., Туробов А. Единая наука о единой природе // Новый мир. 2000. № 3. С. 161–178.
162. Койре А. Очерки истории философской мысли. М.: Прогресс, 1985.
163. Компьютеры и нелинейные явления: Информатика и современное естествознание. М.: Наука, 1989.
164. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент: Введение в информатику с позиций математического моделирования. М.: Наука, 1988.
165. Концепция самоорганизации в исторической ретроспективе. М.: Наука, 1994.
166. Красота и мозг: Биологические аспекты эстетики. М.: Мир, 1995.
167. Крылов В. Ю. Синергетика и психология // Методология математического моделирования. София, 1990. С. 264–266.
168. Крымский С. Б. Культурные архетипы, или Знание до познания // Природа. 1991. № 11. С. 70–75.
169. Кун Т. Структура научных революций. М.: Прогресс, 1977.
170. Культура древней Индии. М.: Наука, 1975.

171. Курдюмов С. П. Собственные функции горения нелинейной среды и конструктивные законы построения ее организации // Современные проблемы математической физики и вычислительной математики. М.: Наука, 1982. С. 217–243.
172. Курдюмов С. П. В обход конца света // Российская Федерация сегодня. 1999. № 15. С. 54–56.
173. Курдюмов С. П. Принципы устойчивого развития социальных систем // II Всероссийская научная конференция «Россия: XXI век». М., 1999. С. 125–128.
174. Курдюмов С. П., Князева Е. Н. У истоков синергетического видения мира: режимы с обострением // Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления. М.: АРГО, 1994. С. 162–186.
175. Курдюмов С. П., Князева Е. Н. Синергетика и новые подходы к процессу обучения // Синергетика и учебный процесс. М.: РАГС, 1999. С. 8–18.
176. Курдюмов С. П., Князева Е. Н. Квантовые правила нелинейного синтеза коэволюционирующих структур // Философия, наука, цивилизация. Москва: Эдиториал УРСС, 1999. С. 222–230.
177. Курдюмов С. П., Куркина Е. С., Потапов А. Б., Самарский А. А. Сложные многомерные структуры горения нелинейной среды // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1986. Т. 26. № 8. С. 1189–1205.
178. Курдюмов С. П., Куркина Е. С., Потапов А. Б., Самарский А. А. Сложные многомерные структуры горения нелинейной среды // Наука, технология, вычислительный эксперимент. М.: Наука, 1993. С. 85–98.
179. Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика — теория самоорганизации: Идеи, методы, перспективы. М.: Знание, 1983.
180. Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Парадоксы хаоса // Знание — сила. 1993. № 3.
181. Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Синергетика — новые направления. М.: Знание, 1996. Сер. Математика и кибернетика. № 11.
182. Лакатос И. Фальсификация и методология научных исследовательских программ // Методологические проблемы развития науки. Вып. 1. М.: ИНИОН, 1974. С. 87–168.
183. Лакатос И. История науки и ее рациональные реконструкции // Структура и развитие науки. М.: Прогресс, 1978. С. 203–269.
184. Ланда П. С., Розенблюм М. Г. Автоколебания в живых организмах // Природа. 1992. № 8. С. 18–27.
185. Лао-цзы. Дао-дэ-цзин: Учение о пути и благой силе. М.: КСП+, 1999.
186. Ларошфуко Фр. де. Максимы // Ларошфуко Фр. де. Максимы. Паскаль Б. Мысли. Лабрюйер Ж. де. Характеры. М.: Художественная литература, 1974. С. 29–108.
187. Леви В. Искусство быть собой. М.: Знание, 1973.

188. *Леви-Брюль Л.* Первобытное мышление. М., 1930.
189. *Леви-Стросс К.* Структурная антропология. М.: Наука, 1983.
190. *Левитин К., Курдюмов С. П.* Математические предвестники единства // Знание — сила. 1988. № 10. С. 6–15.
191. *Левитин К., Курдюмов С. П.* Увидеть общий корень // Знание — сила. 1988. № 11. С. 39–44.
192. *Лейбниц Г. В.* Сочинения: В 4-х т. Т. 1. М.: Мысль, 1982.
193. *Лекторский В. А.* Субъект, объект, познание. М.: Наука, 1980.
194. *Лем С.* Принцип разрушения как творческий принцип // Природа. 1987, № 9. С. 68–77.
195. *Летников Ф. А.* Синергетика геологических систем. Новосибирск: Наука. 1992.
196. *Лима-де-Фариа А.* Эволюция без отбора: Автоэволюция формы и функции. М.: Мир, 1991.
197. *Лир Т., Метцнер Р., Олперт Р.* Психоделический опыт: Руководство на основе тибетской «Книги мёртвых». Львов: Инициатива; Киев: Нико-Центр, 1998.
198. *Лосев А. Ф.* Хаос // Мифы народов мира: В 2-х т. Т. 2. М.: Советская энциклопедия, 1982. С. 579–581.
199. *Лоскутов А. Ю., Михайлов А. С.* Введение в синергетику. М.: Наука, 1990.
200. *Лотман Ю. М.* Избранные статьи: В 3-х т. М., 1992, 1993.
201. *Майданов А. С.* Искусство открытия. М.: Репро, 1993.
202. *Майер Н.* Об одном аспекте мышления человека // Психология мышления. М.: Прогресс, 1965.
203. *Малинецкий Г. Г.* Нелинейная динамика — ключ к теоретической истории // Общественные науки и современность. 1996. № 4. С. 105–112.
204. *Малинецкий Г. Г.* Нелинейная динамика и историческая механика // Общественные науки и современность. 1997. № 2.
205. *Малинецкий Г. Г.* Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. М.: Наука, 1997.
206. *Малинецкий Г. Г.* Параметры порядка и современные проекты учебного процесса // Синергетика и учебный процесс. М.: РАГС, 1999. С. 27–37.
207. *Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б.* Современные проблемы нелинейной динамики. М.: Эдиториал УРСС, 2000.
208. *Малинецкий Г. Г., Митин Н. А.* Нелинейная динамика в проблеме безопасности // Новое в синергетике: Загадки мира неравновесных структур. М.: Наука, 1996. С. 191–214.
209. *Мамардашвили М. К.* Классический и неклассический идеалы рациональности. Тбилиси: Мецниереба, 1984.
210. *Мамардашвили М. К.* Мысль в культуре // Философские науки. 1989. № 11.

211. Мамардашвили М. К. Культура и мысль // *Философская и социологическая мысль*. 1990. № 6.
212. Мамчур Е. А. Проблема выбора теории: К анализу переходных ситуаций в развитии физического знания. М.: Наука, 1975.
213. Мамчур Е. А. Проблемы социокультурной детерминации научного знания. М.: Наука, 1987.
214. Мамчур Е. А. Процессы самоорганизации в развитии научного знания // *Философские науки*. 1989. № 7. С. 65–73.
215. Марков М. А. О трех интерпретациях квантовой механики. М.: Наука, 1991.
216. Материалисты Древней Греции. М.: Гос. изд-во полит. литературы, 1955.
217. Матурана У. Р., Варела Ф. Х. Древо познания: Биологические корни человеческого понимания. М.: Прогресс-Традиция, 2001.
218. Мах Э. Познание и заблуждение: Очерки по психологии исследования. М., 1909.
219. Мезимаа Э. От идеала простоты к идеалу сложности и самоорганизации природы // *Известия АН ЭССР. Общественные науки*. Таллинн, 1982. Т. 31. № 1. С. 133–140.
220. Мелик-Гайказян И. В. Информация и самоорганизация. Томск: Томский политехнический университет, 1995.
221. Мелик-Гайказян И. В. Информационные процессы и реальность. М.: Наука, 1997.
222. Меркулов И. П. Гипотетико-дедуктивная модель и развитие научного знания. М.: Наука, 1980.
223. Меркулов И. П. Метод гипотез в истории научного познания. М.: Наука, 1984.
224. Меркулов И. П. Биологическая эволюция и рост научного знания: аналогия или метафора? // *Эволюционная эпистемология: проблемы и перспективы*. М.: ИФ РАН, 1996. С. 173–194.
225. Меркулов И. П. Когнитивная эволюция. М.: РОССПЭН, 1999.
226. Микешина Л. А. Детерминация естественно-научного познания. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1977.
227. Микешина Л. А. Ценностные предпосылки в структуре научного познания. М.: Прометей, 1990.
228. Мисима Ю. Золотой храм: Роман, новеллы, пьесы. СПб.: Северо-Запад, 1993.
229. Михайлов А. С. Физики задумываются над механизмом работы мозга // *Природа*. 1987. № 3. С. 15–26.
230. Михайлов А. С. Инженерия динамических систем для распознавания образов и обработки информации // *Нелинейные системы: Динамика и эволюция*. М.: Наука, 1989. С. 331–342.
231. Михайловский Н. К. Герои и толпа // *Вестник Московского университета. Сер. Философия*. 1990. № 5. С. 69–76.
232. Моисеев Н. Н. Алгоритмы развития. М., 1987.

233. *Моисеев Н. Н.* Человек и ноосфера. М., 1990.
234. *Моисеев Н. Н.* Человек во Вселенной и на Земле // Вопросы философии. 1990. № 6. С. 32–45.
235. *Моисеев Н. Н.* Универсальный эволюционизм (Позиция и следствия) // Вопросы философии. 1991. № 3. С. 3–28.
236. *Моисеев Н. Н.* Восхождение к разуму: Лекции по универсальному эволюционизму и его приложениям. М.: ИздАТ, 1993.
237. *Моисеев Н. Н.* Современный рационализм. М.: МГВП КОКС, 1995.
238. *Моисеев Н. Н.* Еще раз о проблеме коэволюции // Вопросы философии. 1998. № 8. С. 26–37.
239. Московский синергетический форум. Январская (1996) встреча. Устойчивое развитие в изменяющемся мире. 27–31 января 1996, Москва // Тезисы / Под ред. В. И. Аршинова, Е. Н. Князевой. Москва, 1996.
240. *Набоков В. В.* Другие берега // Дружба народов. 1988. № 5–6.
241. *Назаретян А. П.* Интеллект во Вселенной: Истоки, становление, перспективы: Очерки междисциплинарной теории прогресса. М.: Недра, 1991.
242. *Назаретян А. П.* Агрессия, мораль и кризисы в развитии мировой культуры (синергетика социального прогресса). М.: Книжник, 1995.
243. *Назаретян А. П.* Воспитательный потенциал синергетики: гипотеза техногуманитарного баланса // Синергетика и учебный процесс. М.: РАГС, 1999.
244. *Найссер У.* Познание и реальность: Смысл и принципы когнитивной психологии. М.: Прогресс, 1981.
245. *Налимов В. В.* Спонтанность сознания: Вероятностная теория смыслов и смысловая архитектура личности. М.: Прометей, 1989.
246. *Налимов В. В.* В поисках иных смыслов. М.: Прогресс, 1993.
247. Наука, технология, вычислительный эксперимент. М.: Наука, 1993.
248. *Никитин Е. П.* Обоснование как эвристический акт // Научное творчество как многомерный процесс. М., 1987. С. 83–101.
249. *Николис Г., Пригожин И.* Познание сложного: Введение. М.: Мир, 1990.
250. *Николис Дж.* Динамика иерархических систем: Эволюционное представление. М.: Мир, 1989.
251. *Ницше Ф.* Полн. собр. соч. Т. IX. М., 1910.
252. *Ницше Ф.* Сочинения: В 2-х т. Т. 2. М.: Мысль, 1990.
253. *Ницше Ф.* Так говорил Заратустра. М.: Изд-во Московского университета, 1990.
254. Новая постиндустриальная волна на Западе: Антология / Под ред. В. Л. Иноземцева. М.: Academia, 1999.
255. Новое в синергетике: Загадки мира неравновесных структур. М.: Наука, 1996.
256. *Новик И. Б.* О моделировании сложных систем (философский очерк). М.: Мысль, 1965.

257. Новик И. Б., Абдуллаев А. Ш. Введение в информационный мир. М.: Наука, 1991.
258. Одинокый Одиссей физики элементарных частиц // В мире науки. 1992. № 5. С. 53–55.
259. Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. М.: Наука, 1989.
260. Паскаль Б. Мысли // Ларошфуко Фр. де. Максимум. Паскаль Б. Мысли. Лабрюйер Ж. де. Характеры. М.: Художественная литература, 1974. С. 109–186.
261. Петухов С. В. Геометрии живой природы и алгоритмы самоорганизации. М.: Знание, 1988.
262. Петухов С. В. Бипериодическая таблица генетического кода и число протонов. М.: Молодежный книжный центр, 2001.
263. Пиаже Ж. Избранные психологические труды. М.: Просвещение, 1969.
264. Планк М. Избранные труды. М.: Наука, 1975.
265. Платон. Сочинения: В 3-х т. Т. 1. М.: Мысль, 1968.
266. Платон. Сочинения: В 3-х т. Т. 3. Ч. 1. М.: Мысль, 1971.
267. Полани М. Личностное знание. М.: Прогресс, 1985.
268. Поппер К. Логика и рост научного знания. М.: Прогресс, 1983.
269. Поремский В. Д. Стратегия антибольшевистской эмиграции. М.: Посев, 1998.
270. Порус В. Н., Черткова Е. Л. «Эволюционно-биологическая» модель науки С. Тулмина // В поисках теории развития науки. М.: Наука, 1982. С. 260–278.
271. Пригожин И. От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках. М.: Наука, 1985.
272. Пригожин И. Философия нестабильности // Вопросы философии. 1991. № 6.
273. Пригожин И. Природа, наука и новая рациональность // В поисках нового мировидения: И. Пригожин, Е. и Н. Рерихи. М.: Знание, 1991. С. 32–41.
274. Пригожин И. Конец определенности: Время, хаос и новые законы природы. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000.
275. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986.
276. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант: к решению парадокса времени. М.: Прогресс, 1994.
277. Психологические аспекты буддизма. М.: Наука, 1986.
278. Психология мышления: Сборник переводов. М.: Прогресс, 1965.
279. Пуанкаре А. О науке. М.: Наука, 1990.
280. Рапопорт А. Мир — созревшая идея. Дармштадт: Дармштэдтер Блэттер, 1993.
281. Рассел Б. Мудрость Запада: Историческое исследование западной философии в связи с общественными и политическими обстоятельствами. М.: Республика, 1998.

282. Режимы с обострением: Эволюция идеи: Законы коэволюции сложных структур. М.: Наука, 1999.
283. Ригведа. Избранные гимны. М.: Наука, 1972.
284. Ричардс А. А. Философия риторики // Теория метафоры. М.: Прогресс, 1990. С. 44–67.
285. Родоман Б. Б. Уроки географии // Вопросы философии. 1990. № 4.
286. Розенберг О. О. Труды по буддизму. М.: Наука, 1991.
287. Розов М. А. Методологические особенности гуманитарного познания // Проблемы гуманитарного познания. Новосибирск: Наука, 1986. С. 33–54.
288. Роллан Р. Вселенское евангелие Вивекананды. Собр. соч.: В 20-ти т; Т. 20. Ленинград: Художественная литература, 1936.
289. Романовский Ю. М., Степанова Н. В., Чернавский Д. С. Математическое моделирование в биофизике. М.: Наука, 1975.
290. Ротенберг В. С. Внутренняя речь и динамизм поэтического мышления // Философские науки. 1991. № 6.
291. Ротенберг В. С., Аршавский В. В. Поисковая активность и адаптация. М.: Наука, 1984.
292. Рузавин Г. И. Синергетика и принцип самодвижения материи // Вопросы философии. 1984. № 8. С. 39–51.
293. Рузавин Г. И. Парадигма самоорганизации как основа нового мировоззрения // Свободная мысль. 1993. № 17–18. С. 51–62.
294. Русский космизм. М.: Педагогика-Пресс, 1993.
295. Рыкунов В. М. Свет и тень философии Сартра // Вестник Московского университета. Сер. Философия. 1990. № 6. С. 45–54.
296. Самарский А. А., Галактионов В. А., Курдюмов С. П., Михайлов А. П. Режимы с обострением в задачах для квазилинейных параболических уравнений. М.: Наука, 1987.
297. Самарский А. А., Михайлов А. П. Компьютеры и жизнь. М.: Педагогика, 1987.
298. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Наука, 1997.
299. Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления. Москва: АРГО, 1994.
300. Сатпрем. Шри Ауробиндо, или Путешествие сознания. Ленинград: Изд-во Ленинградского университета, 1989.
301. Сачков Ю. В. Введение в вероятностный мир. М.: Наука, 1971.
302. Сачков Ю. В. Взаимодействие теории познания и физики: некоторые итоги и перспективы // Теория познания и современная физика. М.: Наука, 1984.
303. Сачков Ю. В. Конструктивная роль случая // Вопросы философии. 1988. № 5. С. 82–94.
304. Сачков Ю. В. От неполноты знания — к понятию независимости // Природа. 1988. № 4. С. 3–10.
305. Сеидов Д. Г. Синергетика океанских процессов. Ленинград: Гидрометеиздат, 1989.

306. *Свирский Я. И.* Самоорганизация смысла (опыт синергетической онтологии) М.: ИФ РАН, 2001.
307. *Селье Г.* От мечты к открытию: Как стать ученым. М.: Прогресс, 1987.
308. *Симонов П. В.* Мозг и творчество // Вопросы философии. 1992. № 11. С. 3–24.
309. Синергетика. М.: Мир, 1984.
310. Синергетика и образование. М.: Гнозис, 1997.
311. Синергетика и социальное управление. М.: РАГС, 1998.
312. Синергетика и учебный процесс. М.: РАГС, 1999.
313. Синергетика: человек, общество. М.: Изд-во РАГС, 2000.
314. Синергетике 30 лет: Интервью с профессором Г. Хакеном. Проведено Е. Н. Князевой // Вопросы философии. 2000. № 3. С. 53–61.
315. Синергетическая парадигма: Многообразие поисков и подходов. М.: Прогресс-Традиция, 2000.
316. *Сороко Э. М.* Структурная гармония систем. Минск: Наука и техника, 1984.
317. *Соссюр Ф. де.* Заметки по общей лингвистике. М.: Прогресс, 1990.
318. *Спенсер Г.* Происхождение науки. СПб., 1898.
319. *Спенсер Г.* Сочинения. Т. 1. Система синтетической философии. Киев, б. г.
320. *Степин В. С.* Становление научной теории. Минск: Изд-во БГУ, 1976.
321. *Степин В. С.* Научные революции как «точки» бифуркации в развитии знания // Научные революции в динамике культуры. Минск: Университетское, 1987. С. 38–76.
322. *Степин В. С.* Философская антропология и философия науки. М.: Высшая школа, 1992.
323. *Степин В. С.* По «гамбургскому» счёту: Интервью // Философия, наука, цивилизация / Отв. ред. В. В. Казютинский. М.: Эдиториал УРСС, 1999. С. 349–363.
324. *Степин В. С.* Теоретическое знание. М.: Прогресс-Традиция, 2000.
325. *Степин В. С., Кузнецова Л. Ф.* Научная картина мира в культуре техногенной цивилизации. М.: ИФ РАН, 1994.
326. Структура и развитие науки. М.: Прогресс, 1978.
327. *Струве П. Б.* Прошлое, настоящее, будущее // Избранные сочинения. М.: Российская политическая энциклопедия, 1999.
328. *Тейяр де Шарден П.* Феномен человека. М.: Наука, 1987.
329. *Тойнби А. Дж.* Постигание истории. М., 1991.
330. *Топоров В. Н.* Древо мировое // Мифы народов мира: В 2-х т. Т. 1. М.: Советская энциклопедия, 1980. С. 398–406.
331. *Тулмин С.* Концептуальные революции в науке // Структура и развитие науки. М.: Прогресс, 1978. С. 170–189.
332. *Тулмин С.* Человеческое понимание. М.: Прогресс, 1984.

333. Турчин В. Ф. Феномен науки: кибернетический подход к эволюции. М.: Наука, 1993.
334. Уайльд О. Портрет Дориана Грея. М.: Детская литература, 1998.
335. Уайтхед А. Н. Избранные работы по философии. М.: Прогресс, 1990.
336. Уилрайт Ф. Метафора и реальность // Теория метафоры. М.: Прогресс, 1990. С. 82–109.
337. Упанишады. М.: Наука, 1967.
338. Управление риском: Риск, устойчивое развитие, синергетика. М.: Наука, 2000.
339. Урманцев Ю. А. Общая теория систем и проблемы биологической эволюции // Диалектика познания сложных систем. М.: Мысль, 1988. С. 155–183.
340. Учение о внезапном просветлении южной школы Маха-Праджня-Парамита-Сутра высшей Махаяны // Абаев Н. В. Чань-буддизм и культурно-психологические традиции в средневековом Китае. Новосибирск: Наука, 1989. С. 177–227.
341. Федер Е. Фракталы. М.: Мир, 1991.
342. Фейерабенд П. Избранные труды по методологии науки. М.: Прогресс, 1986.
343. Фейнберг Е. Л. Кибернетика, логика, искусство. М.: Наука, 1981.
344. Фейнберг Е. Л. Две культуры: Интуиция и логика в искусстве и науке. М.: Наука, 1992.
345. Филатов В. П. Научное познание и мир человека. М.: Политиздат, 1989.
346. Философия, наука, цивилизация / Отв. ред. В. В. Казютинский. М.: Эдиториал УРСС, 1999.
347. Флашен Л. Книга // Вопросы философии. 1990. № 6.
348. Флоренский П. А. Автореферат // Вопросы философии. 1988. № 12. С. 113–119.
349. Фолльмер Г. Эволюционная теория познания: К природе человеческого познания // Культура и развитие научного знания. М.: ИФАН СССР, 1991. С. 135–150.
350. Фолльмер Г. По разные стороны мезокосма // Человек. 1993. № 2. С. 5–11.
351. Фолльмер Г. Эволюционная теория познания: Врожденные структуры познания в контексте биологии, психологии, лингвистики, философии и теории науки. М.: Русский двор, 1998.
352. Фрейд З. Введение в психоанализ: Лекции. М.: Наука, 1988.
353. Фрисман Е. Я. О механизме сохранения неравномерности в пространственно-временном распределении особей // Математическое моделирование в экологии. М.: Наука, 1978.
354. Фундаментальные основы математического моделирования. М.: Наука, 1997.
355. Хайдеггер М. Время и бытие. М.: Республика, 1993.

356. *Хакен Г.* Синергетика: Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985.

357. *Хакен Г.* Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам. М.: Мир, 1991.

358. *Хакен Г.* Принципы работы головного мозга: синергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности. М.: ПЕР СЭ, 2001.

359. *Хейенорт Ж. ван. Ф. Энгельс и математика* // Природа. 1991. № 8. С. 90–103.

360. *Холтон Дж.* Тематический анализ науки. М.: Прогресс, 1981.

361. *Хофман Б.* Альберт Эйнштейн: творец и бунтарь. М.: Прогресс, 1983.

362. *Чернавский Д. С.* Синергетика и информация. М.: Знание, 1990.

363. *Чижевский А. Л.* На берегу Вселенной: Годы дружбы с Циолковским: Воспоминания. М.: Мысль, 1995.

364. *Чуковский К.* Дневник. 1901–1929 гг. М.: Советский писатель, 1997.

365. *Шеллинг В. Й.* Сочинения: В 2-х т. Т. 1. М.: Мысль, 1987.

366. *Шеллинг В. Й.* Сочинения: В 2-х т. Т. 2. М.: Мысль, 1989.

367. *Шопенгауэр А.* Афоризмы житейской мудрости. М.: Советский писатель, 1990.

368. *Шрейдер Ю. А.* Особенности описания сложных систем // Системные исследования: Методологические проблемы. М.: Наука, 1982. С. 107–124.

369. *Шрейдер Ю. А.* Многоуровневость и системность реальности, изучаемой наукой // Системность и эволюция. М.: Наука, 1984. С. 69–82.

370. *Шубарт В.* Европа и душа Востока. М.: Русская идея, 2000.

371. *Шупер В. А.* Самоорганизация городского расселения. М.: Изд-во Российской открытого университета, 1995.

372. *Шупер В. А.* Теория экономического ландшафта на фоне XX столетия // Вопросы естествознания и техники. 1995, № 4. С. 18–35.

373. *Шустер Г.* Детерминированный хаос: Введение. М.: Мир, 1988.

374. *Щербатов А. С.* Самоорганизация материи в неживой природе: Философские аспекты синергетики. М.: Из-во Московского университета, 1990.

375. *Щербатской Ф. И.* Избранные труды по буддизму. М.: Наука, 1988.

376. *Щербатской Ф. И.* Философское учение буддизма // Восток-Запад: Исследования. Переводы. Публикации. Вып. 4. М.: Наука, 1989.

377. *Щуцкий Ю. К.* Китайская классическая «Книга перемен». СПб.: АО «Комплект», 1993.

378. Эволюционная эпистемология: проблемы и перспективы / Под ред. И. П. Меркулова. М.: Российская политическая энциклопедия, 1996.

379. *Эйген М.* Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. М.: Мир, 1973.

380. *Эйген М., Винклер Р.* Игра жизни. М.: Наука, 1979.
381. *Эйген М., Шустер П.* Гиперцикл: Принципы самоорганизации макромолекул. М.: Мир, 1982.
382. *Эйнштейн А.* Эфир и теория относительности: Собр. научных трудов. Т. 1. М.: Наука, 1965. С. 682–689.
383. *Эйнштейн А.* Собр. научн. трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967.
384. *Юнг К. Г.* Психологические типы. М., 1920.
385. *Юнг К. Г.* Архетип и символ. М.: Ренессанс, 1991.
386. *Achromeeva T. S., Kurdyumov S. P., Malinetskii G. G., Potapov A. B., Samarskii A. A.* New Types of Order and Stochastic Regimes in Nonlinear Media // Thermodynamics and Pattern Formation in Biology. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 1988. P. 35–56.
387. *Achromeeva T. S., Kurdyumov S. P., Malinetskii G. G., Samarskii A. A.* Classification of Solution of a System of Nonlinear Diffusion Equations in a Neighborhood of Bifurcation Point // Journal of Soviet Mathematics. 1988. Vol. 41, N 5. P. 1292–1356.
388. *Achromeeva T. S., Kurdyumov S. P., Malinetskii G. G., Samarskii A. A.* Nonstationary Dissipative Structures and Diffusion-Induced Chaos in Nonlinear Media // Physical Reports. 1989. Vol. 176. P. 189–372.
389. The Adapted Mind. Evolutionary Psychology and the Generation of Culture / Ed. by Barkow J. H., Cosmides L., Tooby J. Oxford: Oxford University Press, 1992.
390. *Adler A.* Understanding Human Nature. N. Y., 1927.
391. *Adler A.* Menschenkenntnis. Fünfte Auflage. Zürich, 1947.
392. *Almeder R.* On Naturalizing Epistemology // American Philosophical Quarterly. 1990. Vol. 27, N 4. P. 263–279.
393. Ambiguity in Mind and Nature: Multistable Cognitive Phenomena / Ed. by Kruse P. and Stadler M. Berlin: Springer, 1995.
394. *Atlan H.* Entre le cristal et la fumée: Essai sur l'organisation du vivant. Paris: Editions du Seuil, 1979.
395. *Atlan H.* A tort et à raison: Intercritique de la science et du mythe. Paris: Editions du Seuil, 1986.
396. *Atlan H.* Les étincelles de hasard. T. 1. Connaissance spermatique. Paris: Editions du Seuil, 1999.
397. Auf den Spuren des Tahuwabohu: zu neueren Ergebnissen der Chaosforschung. Bergisch Gladbach: Thomas-Morus-Akad. Bensberg, 1992.
398. *Aurobindo Sri.* Bankim — Tilak — Dayananda. Calcutta, 1947.
399. *Aurobindo Sri.* Evolution. Pondicherry, 1950.
400. *Bak P.* How Nature Works: The Science of Self-organized Criticality. Oxford: Oxford University Press, 1997.
401. *Barnsley M.* Fractals Everywhere. Boston etc.: Academic Press Inc., 1988.
402. *Baumgartner H. M.* Die innere Unmöglichkeit einer evolutionären Erklärung der menschlichen Vernunft // Evolutionstheorie und menschliches Selbstverständnis: Zur philosophischen Kritik einer modernen Wissenschaft. Weinheim, 1984. S. 55–71.

403. *Belavin V. A., Kurdyumov S. P.* Blow-up Regimes in a Demographic System: Scenario of Increase of Nonlinearity // Computational Mathematics and Mathematical Physics. 2000. Vol. 40, N 2. P. 227–239.

404. *Bertalanffy L. von.* General System Theory: Foundations, Development, Applications. New York: George Braziller, 1968.

405. *Bertotti B.* The Later Work of E. Schrödinger // Studies in History and Philosophy of Science. London, 1985. Vol. 16, N 2. P. 83–100.

406. *Binning G.* Aus dem Nichts: Über die Kreativität von Natur und Mensch. München: Piper, 1989.

407. *Boden M. A.* Flügel des Geistes: Kreativität und Künstliche Intelligenz. München: Artemis und Winkler, 1992.

408. *Briggs J.* Fractals: The Patterns of Chaos. Discovering a New Aesthetic of Art, Science, and Nature. New York: Simon and Schuster, 1992.

409. *Bröker W.* Teleologie und Teleonomie // Evolution: Probleme und neue Aspekte ihrer Theorie. Freiburg, 1991. S. 97–121.

410. *Buber M.* Das dialogische Prinzip. Gerlinger: Lambert Verlag, 1962.

411. *Bushev M.* Synergetics: Chaos, Order, Self-Organization. Singapore: World Scientific, 1994.

412. *Burgel G.* La ville aujourd'hui. Paris: Hachette, 1993.

413. *Callebaut W.* Taking the Naturalistic Turn, or How Real Philosophy of Science is Done. Chicago: The University of Chicago Press, 1993.

414. *Campbell D. T.* Evolutionary Epistemology // The Philosophy of Karl Popper. LaSalle, 1974.

415. *Campbell D. T.* Selection Theory and the Sociology of Scientific Validity // Evolutionary Epistemology: A Multiparadigm Programme. Dordrecht: D. Reidel, 1987. P. 139–158.

416. *Capra F.* Uncommon Wisdom. Conversations with Remarkable People. London, 1988.

417. «Le cerveau n'est pas un ordinateur». Entretien avec Francisco Varela par Herve Kempf. // La Recherche. Avril 1998. N 308. P. 110.

418. Chaos and Order: Complex Dynamics in Literature and Science / Ed. by Hayles N. K. Chicago: The University of Chicago Press, 1991.

419. *Ciampi L.* Außenwelt-Innenwelt: Die Entstehung von Zeit, Raum und psychischen Strukturen. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1988.

420. *Ciampi L.* Die emotionalen Grundlagen des Denkens. Entwurf einer fraktalen Affektlogik. Göttingen: Vandenhoeck, 1997.

421. *Cohen I. B.* Revolutions in Science. Cambridge, 1985.

422. *Cohen J., Stewart I.* The Collapse of Chaos: Discovering Simplicity in a Complex World. London: Viking, 1994.

423. Concepts and Approaches in Evolutionary Epistemology. Dordrecht, 1984.

424. *Corning P. A.* The Synergism Hypothesis: A Theory of Progressive Evolution. N. Y., 1983.

425. *Coveney P., Highfield R.* Frontiers of Complexity: The search for Order in a Chaotic World. London: Faber and Faber Ltd., 1996.

426. *Cramer F.* Chaos und Ordnung: Die komplexe Struktur des Lebendigen. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, 1988.

427. *Cramer F.* Symphonie des Lebendigen: Versuch einer allgemeinen Resonanztheorie. Frankfurt am Main: Insel Verlag, 1996.

428. *Cramer F.* Der Zeitbaum: Grundlegung einer allgemeinen Zeittheorie. Frankfurt am Main: Insel Verlag, 1996.

429. *Cramer F., Kaempfer W.* Die Natur der Schönheit: Zur Dynamik der schönen Formen. Frankfurt am Main: Insel Verlag, 1992.

430. *Dennett D. C.* Brainstorms: Philosophical Essays on Mind and Psychology. Cambridge, 1985.

431. *Dennett D. C.* Current Issues in the Philosophy of Mind // Philosophy, Mind, and Cognitive Inquiry. Dordrecht, 1990. P. 49–72.

432. *Dennett D. C.* Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meaning of Life. N. Y.: Simon and Schuster, 1995.

433. *Dimova S. N., Kaschiev M., Koleva M. G., Vasileva D. P.* Numerical Analysis of Nonradially-Symmetric Structures Arising in Nonlinear Reaction-Diffusion Processes // Proceedings of the Int. Conf. on Programming and Mathematical Methods for Solving Physical Problems. N. Y.: World Scientific, 1994. P. 251–256.

434. *Dimova S., Kaschiev M., Koleva M., Vasileva D.* Numerical Analysis of Radially Nonsymmetric Blow-up Solutions of a Nonlinear Parabolic Problem // Journal of Computational and Applied Mathematics. 1998. Vol. 97. P. 81–97.

435. *Duhem P.* The Aim and Structure of Physical Theory. Princeton (NJ): Princeton University Press, 1991.

436. *Dyke C.* The Evolutionary Dynamics of Complex Systems: A Study of Biosocial Complexity. N. Y., Oxford: The Oxford University Press, 1988.

437. Dynamic Patterns in Complex Systems / Ed. by Kelso J. A. S., Mandell A. J., Shlesinger M. F. Singapore etc.: World Scientific, 1988.

438. Dynamics, Synergetics, Autonomous Agents. / Ed. by Tschacher W., Dauwalder J.-P. Singapore: World Scientific, 1999.

439. *Ebeling W.* Chaos, Ordnung und Information: Selbstorganisation in Natur und Technik. Leipzig, 1989.

440. *Eigen M.* Steps towards Life: A Perspective of Evolution. Oxford: Oxford University Press, 1992.

441. *Einstein A.* Mein Weltbild. Amsterdam, 1934.

442. Emergence or Reduction? Essays on the Prospects of Nonreductive Physicalism / Ed. Beckermann A., Flohr H., Kim J. Berlin: Walter de Gruyter, 1992.

443. Die Evolution des Denkens / Hsbg. Von Lorenz K. und Wuketits F. M. München, 1983.

444. Evolution, Kreativität und Bildung. Trostberg: Erdl Verlag, 1995.

445. Evolution of Cognitive Maps: New Paradigms for the Twenty-first Century / Ed. by Laszlo E. N. Y.: Gordon and Breach Publishers, 1993.

446. Evolution of Dynamical Structures in Complex Systems / Ed. by Friedrich R., Wunderlin A. Berlin: Springer, 1992.

447. Evolution of Order and Chaos in Physics, Chemistry and Biology / Ed. by Haken H. Berlin: Springer, 1982.
448. Die Evolutionäre Erkenntnistheorie: Bedingungen, Lösungen, Kontroversen / Hsbg. von Riedl R. und Wuketits F. M. Berlin, 1987.
449. Die Evolutionäre Erkenntnistheorie im Spiegel der Wissenschaften / Riedl R. und Delpo M. Wien: WUV-Universitätsverlag, 1996.
450. Evolutionary Epistemology: A Multiparadigm Programme / Ed. by Callebaut W., Pinxten R. Dordrecht, 1987.
451. Evolutionary Theory in Social Science / Ed. by Schmidt M., Wuketits F. M. Dordrecht, 1987.
452. *Faber R. J.* Feedback, Selection, and Function: A Reductionistic Account of Goal-Oriented // Methodology, Metaphysics, and History of Science. Dordrecht, 1984.
453. *Farmer J. D.* Dimension, Fractal Measures, and Chaotic Dynamics // Evolution of Order and Chaos in Physics, Chemistry and Biology. Berlin: Springer, 1982.
454. *Findlay C. S., Lumsden Ch. J.* The Creative Mind: Towards an Evolutionary Theory of Discovery and Innovation // Journal of Social and Biological Structures. Vol. 11.
455. *Finke A., Ward T. B., Smith S. M.* Creative Cognition: Theory, Research and Applications. Cambridge (MA): The MIT Press, 1992.
456. Der Flügelschlag des Schmetterlings. Ein neues Weltbild durch die Chaosforschung / Hsbg. von Breuer R. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, 1993.
457. *Foerster H. von et al.* // Science. 1960. N 132. P. 1291–1294.
458. *Foerster H. von, Pörksen B.* Wahrheit ist die Erfindung eines Lügners. Gespräche für Skeptiker. 2. Aufl. Heidelberg: Carl-Auer-Systeme Verlag, 1998.
459. From Simplicity to Complexity. Part II. Information — Interaction — Emergence / Ed. by Mainzer K., Müller A., Saltzer W. G. Braunschweig; Wiesbaden: Vieweg, 1998.
460. *Fuller R. B.* Synergetics: Exploration in the Geometry of Thinking. N. Y.: Macmillan Publishing Co., 1975.
461. *Galaktionov V. A., Dorodnitsyn V. A., Elenin G. G., Kurdyumov S. P., Samarskii A. A.* A Quasilinear Heat Equation with a Source: Peaking, Localization, Symmetry, Exact Solutions, Asymptotics, Structures // Journal of Soviet Mathematics. 1988. Vol. 41, N 5. P. 1222–1291.
462. *Gell-Mann M.* The Quark and the Jaguar: Adventures in the Simple and the Complex. London: Abacus, 1995.
463. *Gleick J.* Chaos: Making a New Science. N. Y.: Viking, 1987.
464. *Golitsyn G. A., Petrov V. M.* Information and Creation: Integrating of «Two Cultures». Basel: Birkhäuser Verlag, 1995.
465. *Gornev G.* On the Possibilities for a Sociological Interpretation of the «Zeitgeist» // Struktur und Dynamik wissenschaftlicher Theorien. Frankfurt am Main, 1986.

466. *Graham R.* Chaos in Lasers // Synergetics — From Microscopic to Macroscopic Order / Berlin, 1984. P. 47–57.

467. *Günzl H. C.* Struktur und Existenz: Versuch einer Synthese von Ordnung und Freiheit. Linz: Rudolf-Trauner-Verlag, 1968.

468. *Günzl H. C.* Das neue Denken — als Bedingung einer Einheit von Theorie und Praxis. Linz: M. Tröstler Verlag, 1974.

469. *Hahlweg K., Hooker C. A.* Evolutionary Epistemology and Philosophy of Science // Issues in Evolutionary Epistemology. N. Y., 1990. P. 21–150.

470. *Haken H.* Can Synergetics Be of Use as Management Theory? // Self-organization and Management of Social Systems. Insights, Doubts, and Questions. Berlin: Springer, 1984.

471. *Haken H.* Some Introductory Remarks on Synergetics // Synergetics — From Microscopic to Macroscopic Order. Berlin: Springer, 1984.

472. *Haken H.* Erfolgsgeheimnisse der Natur: Synergetik: Die Lehre vom Zusammenwirken. Frankfurt/Main: Ullstein, 1990.

473. *Haken H.* Synergetics as a Tool for Conceptualization and Mathe-matization of Cognition and Behavior — How Far Can We Go? // Synergetics of Cognition / Eds. Haken H. and Stadler M. Berlin, 1990. P. 2–31.

474. *Haken H.* Principles of Brain Functioning: A Synergetic Approach to Brain Activity? Behavior and Cognition. Berlin: Springer, 1996.

475. *Haken H.* Synergetics as a Bridge between the Natural and Social Sciences // Evolution, Order, and Complexity. London, N. Y.: Routledge, 1996.

476. *Haken H., Graham R.* Synergetik — Die Lehre vom Zusammen-wirken // Umschau in Wissenschaft und Technik. 1971. Vol. 6.

477. *Haken H., Haken-Krell M.* Erfolgsgeheimnisse der Wahrnehmung: Synergetik als Schlüssel zum Gehirn. Stuttgart: Deutsche Verlagsanstalt, 1992.

478. *Haken H., Knyazeva H.* Arbitrariness in Nature: Synergetics and Evolutionary Laws of Prohibition // Journal for General Philosophy of Science. 2000. Vol. 31. N 1. P. 57–73.

479. *Haken H., Knyazeva H.* Synergetik: zwischen Reduktionismus und Holismus // Philosophia Naturalis. 2000. Bd. 37. Hf. 1. S. 21–44.

480. *Hansch D.* Psychosynergetik: Die fraktale Evolution des Psychi-schen. Grundlagen einer Allgemeinen Psychotherapie. Opladen: Westdeut-scher Verlag, 1997.

481. *Hartmann N.* Teleologisches Denken. Berlin: Walter de Gruyter, 1951.

482. *Hartmann N.* Neue Wege der Ontologie. Stuttgart, 1964.

483. *Hayles N. K.* Chaos Bound: Orderly Disorder in Contemporary Li-terature and Science. Ithaca, London: Cornell University Press, 1990.

484. *Hedrich R.* Komplexe und Fundamentale Strukturen: Grenzen des Reduktionismus. Mannheim: BI-Wissenschaftsverlag, 1990.

485. *Heidegger M.* Sein und Zeit. 16. Aufl. Tübingen: Max Niemeyer Verlag, 1986.

486. *Heidegger M.* Gesamtausgabe. II. Abteilung. Bd. 34. Vom Wesen der Wahrheit. Frankfurt am Main, 1988.

487. *Heiden U.* an der. Ordnung und Chaos // Die Dialektik und die Wissenschaften. Köln, 1986. S. 154–167.

488. *Heisenberg W.* Physik und Philosophie. 3. Aufl. Stuttgart: S. Hirzel, 1978.

489. *Hersch J.* Y a-t-il un plan d'ensemble de la nature? // Selbstorganisation der Materie. Bern, 1984. P. 257–263.

490. *Heschl A.* Who's Afraid of a Non-metaphorical Evolutionary Epistemology? // *Philosophia Naturalis*. 1997. Bd. 34. Hf. 1.

491. *Heschl A.* Das intelligente Genom: über die Entstehung des menschlichen Geistes durch Mutation und Selection. Berlin: Springer, 1998.

492. *Hess B., Marcus M.* Time Pattern Transitions in Biochemical Processes // *Synergetics — From Microscopic to Macroscopic Order*. Berlin: Springer, 1984. P. 6–16.

493. *Heuser-Keßler M.-L.* Die Produktivität der Natur. Schellings Naturphilosophie und das neue Paradigma der Selbstorganisation in der Wissenschaften. Berlin: Duncker, 1986.

494. *Heuser-Keßler M.-L.* Schelling's Concept of Self-Organization // *Evolution of Dynamical Structures in Complex Systems*. Berlin: Springer, 1992. P. 395–415.

495. *Hideg E.* New Paradigms for Studies of Futures // Paper presented at the Methodology Seminar in Futures Studies «The Quest for the Futures», June 13–15 2000, Turku (Finland).

496. *Horgan J.* From Complexity to Perplexity // *Scientific American*. June 1995. P. 74–78.

497. *Information und Ordnung* / Hrsg. von Schaefer G. Köln: Aulis-Verlag Deubner, 1984.

498. *Inside Versus Outside: Endo- and Exo-Concepts of Observation and Knowledge in Physics, Philosophy and Cognitive Science* / Ed. by Atmanspacher H., Dalenoort G. J. Berlin: Springer, 1994.

499. *Interdisciplinary Approaches to Nonlinear Complex Systems* / Ed. Haken H. and Mikhailov A. Berlin: Springer, 1993.

500. *International Journal of Fluid Mechanics Research*. 1995. Vol. 22, N 5–6.

501. *Irrgang B.* Lehrbuch der Evolutionären Erkenntnistheorie. Evolution, Selbstorganisation, Kognition. München, 1993. S. 107–126.

502. *Issues in Evolutionary Epistemology* / Ed. by Hahlweg K. and Hooper K. N. Y., 1989.

503. *Jackson E. A.* Perspectives of Nonlinear Dynamics. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

504. *Jansch E.* The Self-Organizing Universe: Scientific and Human Implication of the Emerging Paradigm of Evolution. Oxford, 1980.

505. *Jung C. G.* The Development of Personality: Collected Works. Vol. 17. London, 1957.

506. Jung C. G. Psychology and the East. London, 1986.
507. Kapitza S. Population: Past and Future: A Mathematical Model of the World Population System // *Science Spectra*. 1996. N 4. P. 60–65.
508. Kauffman S. The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution. N. Y., Oxford: Oxford University Press, 1993.
509. Kauffman S. At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-Organization and Complexity. L.: Viking, 1995.
510. Kaye B. H. Random Walk through Fractal Dimensions. Weinheim; Basel, 1989.
511. Kelso J. A. S. Dynamic Patterns: The Self-organization of Brain and Behavior. Cambridge (MA): The MIT Press, 1995.
512. Kierkegaard S. Entweder / Oder: Gesammelte Werke. 2. und 3. Abt. Düsseldorf: Eugen Dietrichs Verlag, 1957.
513. Knyazeva H. The Synergetic View of Human Creativity // *Evolution and Cognition*. 1998. Vol. 4. N 2. P. 145–155.
514. Knyazeva H. Towards a Synergetic Theory of Human Nature // *Dialectic, Cosmos, and Society*. Schaumburg (IL). Winter 1998. N 11. P. 11–20.
515. Knyazeva H. The Synergetic Principles of Nonlinear Thinking // *World Futures*. 1999. Vol. 54. N 2. P. 163–181.
516. Knyazeva H. Synergetics and the Images of Future // *Fututes*. 1999. Vol. 31. N 3/4. P. 281–290.
517. Knyazeva H. The Synergetic World View and Its Synthetic Value // *World Views and the Problems of Synthesis*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999. P. 263–271.
518. Knyazeva H., Haken H. Perché l'Impossibile è Impossibile // *Pluriverso*. Milano, 1997. Anno 2, N 4. P. 62–66.
519. Knyazeva H., Haken H. Synergetics of Human Creativity // *Dynamics, Synergetics, Autonomous Agents*. Singapore: World Scientific, 1999. P. 64–82.
520. Knyazeva E. N., Kurdyumov S. P. Synergetics at the Crossroads of the Eastern and the Western Cultures. Moscow: The Keldysh Institute of Applied Mathematics Publishers, 1994. N 28.
521. Knyazeva E. N., Kurdyumov S. P. Synergetics in Cultural Context: Contributions to the Resolution of the Current Civilizational Crisis // *Dialectic, Cosmos, and Society*. Chicago (IL). Summer 1995. N 8. P. 3–8.
522. Klimontovich Yu. L. Relative Ordering Criteria in Open Systems // *Physics-Uspekhi*. Vol. 39, N 11. P. 1169–1179.
523. Köhler W. Die Aufgabe der Gestaltpsychologie. Berlin: Walter de Gruyter, 1971.
524. Kohonen T. Self-Organizing Maps. Berlin: Springer, 1995.
525. Komplexität und Selbstorganisation — «Chaos» in den Natur- und Kulturwissenschaften / Hrsg. von Krapp H., Wägenbaur T. München: Fink, 1997.

526. *Kriz J.* Chaos, Angst und Ordnung: Wie wir unsere Lebenswelt gestalten. Göttingen: Vandenhoeck, 1997.

527. *Krohn W., Küppers G.* Self-organization: A New Approach to Evolutionary Epistemology // *Issues in Evolutionary Epistemology*. N. Y., 1989.

528. *Kruse P., Stadler M.* Stability and Instability in Cognitive Systems: Multistability, Suggestion, and Psychosomatic Interaction // *Synergetics of Cognition*. Berlin: Springer, 1990. P. 201–215.

529. *Kurdyumov S. P.* Evolution and Self-organization Laws in Complex Systems // *International Journal of Modern Physics C*. 1990. Vol. 1. N 4. P. 299–327.

530. *Kurdyumov S. P., Malinetskii G. G., and Potapov A. B.* Nonstationary Structures, Dynamic Chaos, and Cellular Automata // *International Journal of Fluid Mechanics Research*. 1996. Vol. 22, N 5–6. P. 75–133.

531. *Kurdyumov S. P., Samarskii A. A., Zmitrenko N. V.* Heat Localization Effects in Problems of ICF (Inertial Confinement Fusion) // *International Journal of Modern Physics B*. 1995. Vol. 9. No. 15 P. 1797–1811.

532. *Laszlo E.* The Age of Bifurcation. New York: Gordon and Breach, 1991.

533. *Laszlo E.* The Interconnected Universe. New York etc.: World Scientific, 1995.

534. *Laszlo E.* Evolution: The General Theory. Cresskill (NJ): Hampton Press, 1996.

535. *Laszlo E.* The Systems View of the World. Cresskill (NJ): Hampton Press, 1996.

536. *Loistl O., Betz I.* Chaostheorie: Zur Theorie nichtlinearer dynamischer Systeme. 3. Aufl. München: Oldenbourg, 1996.

537. *Lorenz K.* Die Rückseite des Spiegels: Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens. München: R. Piper, 1973.

538. *Lorenz K.* Behind the Mirror: A Search for a Natural History of Human Knowledge. London, 1977.

539. *Lorenz K.* Der Abbau des Menschlichen. München: R. Piper, 1983.

540. *Loye D.* (Ed.) The Evolutionary Outrider: The Impact of the Human Agent on Evolution. Westport (CT): Praeger, 1999.

541. *Lumsden Ch., Gushurst A. C.* Gene-Culture Coevolution: Human-kind in the Making // *Sociobiology and Epistemology* / Ed. by Fetzer J. Dordrecht, 1985. P. 3–28.

542. *Lumsden Ch. J., Wilson Ed. O.* Genes, Mind, and Culture: The Coevolutionary Process. Cambridge, 1981.

543. *Lumsden Ch. J., Wilson Ed. O.* The Promethean Fire: Reflections on the Origin of Mind. Cambridge, 1983.

544. *Lyotard J.-F.* Das postmoderne Wissen. Wien: Passagen Verlag, 1994.

545. *Meinhardt H.* Wie Schnecken sich in Schale werfen. Berlin: Springer, 1997.

546. *Mainzer K.* Zeit: von der Urzeit zur Computerzeit. München: Beck, 1995.
547. *Mainzer K.* Gehirn, Computer, Komplexität. Berlin: Springer, 1997.
548. *Mainzer K.* Thinking in Complexity: The Complex Dynamics of Matter, Mind, and Mankind. 3rd ed. Berlin: Springer-Verlag, 1997.
549. *Mainzer K.* (Ed.) Komplexe Systeme und Nichtlineare Dynamik in Natur und Gesellschaft. Komplexitätsforschung in Deutschland auf dem Weg ins nächste Jahrhundert. Heidelberg: Springer, 1999.
550. *Malinetskii G. G.* Synergetics, Predictability and Deterministic Chaos // Limits of Predictability. Springer Series in Synergetics. Vol. 66. Berlin: Springer. P. 75–141.
551. *Mandelbrot B.* Fractals Forms, Chance and Dimension. San Francisco, 1977.
552. *Mandelbrot B.* The Fractal Geometry of Nature. San Francisco: Freeman, 1982.
553. *Mansueto A. E.* Towards Synergism: The Cosmic Significance of the Human Civilizational Project. N. Y.: University Press of America, 1995.
554. *Manteufel A., Schiepek G.* Systeme spielen: Selbstorganisation und Kompetenzentwicklung in sozialen Systemen. Göttingen: Vandenhoeck, 1998.
555. *Matter Matters? On the Material Basis of the Cognitive Activity of Mind* / Ed. by Arhem P., Liljenström H., Svedin U. Berlin: Springer, 1997.
556. *Maturana H.* Kognition // Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus. Frankfurt am Main, 1987. S. 89–118.
557. *Maturana H. R., Varela F.* Autopoiesis and Cognition. Dordrecht, 1980.
558. *Maturana H. R., Varela F. J.* The Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding. Boston & London: New Science Library, 1988.
559. Die mechanistische und die organische Natur: Beiträge zum Naturverständnis. Stuttgart, 1995.
560. *Mind as Motion: Exploration in the Dynamics of Cognition* / Ed. R. F. Port and T. van Gelder. Cambridge: MIT Press, 1995.
561. *Monod J.* Le hasard et la nécessité. Paris, 1970.
562. *Morin E.* La méthode. T. 1. La nature de la nature. Paris: Editions du Seuil, 1977.
563. *Morin E.* La méthode. T. 2. La vie de la vie. Paris: Editions du Seuil, 1980.
564. *Morin E.* La méthode. T. 3. La connaissance de la connaissance. Paris: Editions du Seuil, 1986.
565. *Morin E.* Introduction à la pensée complexe. Paris: ESF éditeur, 1990.
566. *Morin E.* Method: Towards a Study of Humankind. Vol. 1. The Nature of Nature. New York etc.: Peter Lang, 1992.
567. *Morin E.* Terre-Patrie. Paris: Editions du Seuil, 1993.

568. *Morin E.* Les sept savoir nécessaires à l'éducation du futur. Paris: UNESCO, 1999.

569. *Morin E.* La Tête bien faite: Repenser la réforme ↔ Réformer la pensée. Paris: Editions du Seuil, 1999.

570. *Naturalizing Epistemology* / Ed. by Kornblith H. Cambridge, 1985.

571. *Nicolis C., Nicolis G.* Is There a Climatic Attractor? // *Nature*. 1984. Vol. 311. P. 529–532.

572. *Oeser E.* Psychozoikum: Evolution und Mechanismus der menschlichen Erkenntnisfähigkeit. Berlin; Hamburg; Parey, 1987.

573. *Oeser E.* Das Abenteuer der kollektiven Vernunft: Evolution und Involution der Wissenschaft. Berlin; Hamburg; Parey, 1988.

574. *Oeser E.* Evolution und Management // *Evolution — Organisation — Management: Zur Entwicklung und Selbststeuerung komplexer Systeme* / Hsgb. von Bauer L., Matis H. Berlin, 1989. S. 7–23.

575. *Oeser E.* Evolutionary Epistemology as Self-Referential Research Program of Natural Sciences // *Evolution and Cognition*. 1996. Vol. 2. N 1. P. 16–21.

576. *Peitgen H.-O., Saupe D.* (Eds.) *The Science of Fractal Images*. New York; Berlin: Springer, 1988.

577. *Petkoff B.* Ein kybernetisches Modell der Wissenschaftsentwicklung // *Struktur und Dynamik wissenschaftlicher Theorien*. Frankfurt am Main, 1986. S. 169–192.

578. *Petroni N. C., Vigier J. P.* Dirac's Aether in Relativistic Quantum Mechanics // *Quantum, Space and Time — the Quest Continues*. Cambridge, 1984.

579. *Plotkin H. C.* Evolutionary Epistemology and the Synthesis of Biological and Social Sciences // *Evolutionary Epistemology. A multiparadigm Programme*. Dordrecht, 1987. P. 75–86.

580. *Plotkin H. C.* Evolutionary Epistemology as Science // *Biology and Philosophy*. 1987. Vol. 2, N 3. P. 295–313.

581. *Popper K. R.* *The Rationality of Scientific Revolutions* // *Conceptions of Inquiry*. London, 1981. P. 138–146.

582. *Popper K. R.* Die erkenntnistheoretische Position der Evolutionären Erkenntnistheorie // *Die Evolutionäre Erkenntnistheorie. Bedingungen, Lösungen, Kontroversen*. Berlin, 1987. S. 29–37.

583. *Portugali J., Benenson I., Omer I.* Sociospatial Residential Dynamics: Stability and Instability within a Self-organizing City // *Geographical Analysis*. 1994. Vol. 26, N 4. P. 321–340.

584. *Pribram K. H.* Prolegomenon for a Holonomic Brain Theory // *Synergetics of Cognition*. Berlin: Springer, 1990. P. 150–184.

585. *Prigogine I.* L'ordre par fluctuations et le système social // *L'idée de régulation dans les sciences*. Paris, 1977. P. 153–191.

586. *Prigogine I.* Natur, Wissenschaft und neue Rationalität // *Die Dialektik und die Wissenschaften*. Köln, 1986. S. 15–37.

587. *Prigogine I.* *The Philosophy of Instability* // *Futures*. 1989. Vol. 21. N 4.

588. *Prigogine I., Stengers I.* Entre le temps et éternité. Paris, 1988.
589. *Rechenberg I.* Evolutionsstrategie'94. Stuttgart: Friedrich Frommann Verlag, 1994.
590. *Reither F.* Zur Selbstorganisation kognitiver Prozesse. Ergebnisse und Anwendungen aus der Erforschung komplexer Problemlösungsprozesse // Was bringen uns die Theorien selbstorganisierender Prozesse? Natur- und Sozialwissenschaften im Gespräch. Sankt-Augustin: Comdok-Verlag, 1987. S. 81–89.
591. *Richards R. J.* The Natural Selection Model of Conceptual Evolution // Philosophy of Science. 1977. Vol. 44, N 3. P. 494–501.
592. *Riedl R.* Evolution und Erkenntnis // Biologische Rundschau. 1983. Vol. 21. S. 143–154.
593. *Riedl R.* Die Spaltung des Weltbildes. Biologische Grundlagen des Erklärens und Verstehens. Berlin, 1985.
594. *Riedl R.* Kultur — Spätzündung der Evolution? Antworten auf Fragen an die Evolutions- und Erkenntnistheorie. München: Piper, 1987.
595. *Riedl R.* Grenzen der Adaptierung // Evolution und Selbstbezug des Erkenntnis. Wien; Köln, 1990. S. 9–23.
596. *Riedl R.* Wahrheit und Wahrscheinlichkeit: Biologische Grundlagen des Für-Wahr-Nehmens. Berlin; Parey, 1992.
597. *Riedl R.* Mit dem Kopf durch die Wand: Die biologischen Grenzen des Denkens. Stuttgart: Klett-Cotta, 1994.
598. *Risset J. C.* Stochastic Processes in Music and Art // Stochastic Processes in Quantum Theory and Statistical Physics. Berlin: Springer, 1982.
599. *Roqué A. J.* Self-Organization: Kant's Concept of Teleology and Modern Chemistry // The Review of Metaphysics. 1985. Vol. 39. N 1. P. 107–135.
600. *Roqué A. J.* Non-linear Phenomena, Explanation and Action // International Philosophical Quarterly. N. Y., 1988. Vol. 28. N 3. P. 247–255.
601. *Rössler O.* Endophysik: Die Welt des inneren Beobachters. Berlin: Merve Verlag, 1992.
602. *Roth G.* Selbstorganisation und Selbstreferentialität als Prinzipien der Organisation von Lebewesen // Die Dialektik und die Wissenschaften. Köln, 1986. S. 194–213.
603. *Roth G.* Autopoiese und Kognition: Die Theorie H. R. Maturana und die Notwendigkeit ihrer Weiterentwicklung // Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus. Frankfurt am Main, 1987. S. 256–284.
604. *Rose J.* (Ed.) Survey of Cybernetics: A Tribute to Dr. Norbert Wiener. London: Iliffe Books, 1970.
605. *Ruelle D.* Chaotic Evolution and Strange Attractors. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
606. *Ruelle D.* Chance and Chaos. Princeton: Princeton University Press, 1991.
607. *Ruse M.* Evolutionary Epistemology: Can Sociobiology Help? // Sociobiology and Epistemology. Dordrecht, 1985. P. 249–265.

608. *Ruse M.* The View from Somewhere: A Critical Defence of Evolutionary Epistemology // Issues in Evolutionary Epistemology. N. Y., 1989. P. 185–228.

609. *Samaraskii A. A.* Numerical Simulation and Nonlinear Processes in Dissipative Media // Self-organization: Autowaves and Structures Far from Equilibrium. Berlin: Springer, 1984. P. 119–129.

610. *Samaraskii A. A., Galaktionov V. A., Kurdyumov S. P., Mikhailov A. P.* Blow-up in Problems for Quasilinear Parabolic Equations. Berlin; N. Y.: Walter de Gruyter, 1995.

611. *Schaefer G.* Kybernetik und Biologie. Stuttgart: J. B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung, 1972.

612. *Schroeder M. R.* Fractals, Chaos, Power Laws: Minutes from an Infinite Paradise. N. Y., 1991.

613. The Science of Fractal Images / Ed. by Peitgen H. O., Saupe D. Berlin: Springer, 1988.

614. Selbstorganisation: Aspekte einer wissenschaftlichen Revolution / Hsgb. von Krohn W. und Küppers G. Braunschweig: Vieweg, 1990.

615. Selbstorganisation in Psychologie und Psychiatrie / Hsgb. von Schiepek G., Tschacher W. Braunschweig: Vieweg, 1997.

616. Self-Organization and Management of Social Systems: Insights, Promises, Doubts, and Questions / Ed. by Ulrich H., Prost G. J. B. Berlin: Springer, 1984.

617. *Settanni H.* Holism: A Philosophy for Today Anticipating the Twenty First Century. N. Y., 1990.

618. Sociobiology and Epistemology / Ed. by Fetzer H. Dordrecht: D. Reidel, 1985.

619. *Sokal A., Bricmont J.* Intellectual Impostures: Postmodern Philosophers' Abuse of Science. London: Profile Books Ltd., 1998.

620. *Stadler M., Kruse P.* The Self-Organization Perspective in Cognition Research: Historical Remarks and New Experimental Approaches // Synergetics of Cognition. Berlin: Springer, 1990. P. 47–48.

621. *Stapp H. P.* Mind, Matter, and Quantum Mechanics. Berlin: Springer, 1993.

622. *Stegmüller W.* Metaphysik, Wissenschaft, Skepsis. Frankfurt am Main; Wien: Humboldt-Verlag, 1954.

623. *Stegmüller W.* Evolutionäre Erkenntnistheorie, Realismus und Wissenschaftstheorie // Evolutionstheorie und menschliches Selbstverständnis: Zur philosophischen Kritik eines Paradigmas moderner Wissenschaft. Weinheim, 1984. S. 5–34.

624. *Stróżewski W.* Man as *apxh* // Reports on Philosophy. Warsaw; Cracow, 1984. N 8. P. 73–75.

625. Synergetics: Proceedings of a Symposium on Synergetics, Elmau 1972 / Ed. by H. Haken. Stuttgart: B. G. Teubner, 1973.

626. Synergetics — From Microscopic to Macroscopic Order / Ed. by Frehland E. Berlin: Springer, 1984.

627. Synergetics of the Brain / Ed. by Basar E., Flohr H., Haken H. Berlin: Springer, 1983.

628. Synergetics of Cognition / Ed. by Haken H., Stadler M. Berlin: Springer, 1990.

629. Szendrei E. V. Bergson, Prigogine and the Rediscovery of Time // Process Studies. Claremont, 1989. Vol. 18, N 3. P. 181–193.

630. Tennant N. In Defence of Evolutionary Epistemology // Theoria. 1983. Vol. IL. Pt. 1. P. 32–48.

631. Time, Rhythms, and Chaos in the New Dialogue with Nature / Ed. by G. P. Scott. Iowa: Iowa State University Press, 1991.

632. Thom R. Structural Stability and Morphogenesis: An Outline of a General Theory of Models. London, 1975.

633. Thom R. Paraboles et catastrophes: Entretiens sur les mathématique, la science et la philosophie réalisés par Giulio Giorello et Simone Morini. Paris: Flammarion, 1983.

634. Thom R. Epistemology of Evolutionary Theories // Evolutionary Epistemology: A Multiparadigm Programme. Dordrecht: D. Reidel, 1987.

635. Time, Rhythms, and Chaos in the New Dialogue with Nature / Ed. by Scott G. P. Iowa, 1991.

636. Trubnikov B. A., Zdanov S. K. Unstable Quasi-gaseous Media // Physics Reports. 1987. Vol. 155. N 3. P. 137–230.

637. Tschacher W. Prozessgestalten: Die Anwendung der Selbstorganisationstheorie und der Theorie dynamischer Systeme auf Probleme der Psychologie. Göttingen: Hogrefe, 1997.

638. Turing A. The Chemical Basis of Morphogenesis // Philos. Trans. Roy. Soc. London, 1952. Vol. 237. P. 37–72.

639. Vaihinger H. Die Philosophie Als Ob. Leipzig, 1924.

640. Varela F. J., Thompson E., Rosch E. The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience. Cambridge (MA): The MIT Press, 1991.

641. Varela F. J. Quatre phares pour l'avenir des sciences cognitives // Théorie — Littérature — Enseignement. 1999. No. 17. P. 7–21.

642. Vidal C. Chaotic Behaviours Observed in Homogeneous Chemical Systems // Synergetics — From Microscopic to Macroscopic Order. Berlin: Springer, 1984. P. 17–26.

643. Vollmer G. New Problems for an Old Brain — Synergetics, Cognition, and Evolutionary Epistemology // Synergetics — From Microscopic to Macroscopic Order. Berlin: Springer, 1984. P. 250–259.

644. Vollmer G. Evolutionäre Erkenntnistheorie: Zur Natur menschlicher Erkenntnis // Handbuch zur Deutschen Nation. Bd. 3. Moderne Wissenschaft und Zukunftsperspektive. Tübingen-Zürich-Paris, 1988. S. 153–209.

645. Vollmer G. Evolution und Projektion — Ansätze zu einer zeitgemäßen Erkenntnistheorie // Universitas. 1989. Hf. 12. S. 1135–1148.

646. Vollmer G. Diesseits und Jenseits des Mesokosmos // Universitas. 1991. Hf. 12. S. 1161–1168.

647. *Vollmer G.* Was können wir wissen? Bd. 1. Die Natur der Erkenntnis. Beiträge zur Evolutionären Erkenntnistheorie. 2. Aufl. Stuttgart: S. Hirzel, 1988.

648. *Vollmer G.* Wissenschaftstheorie im Einsatz. Beiträge zu einer selbstkritischen Wissenschaftsphilosophie. Stuttgart: S. Hirzel, 1993.

649. *Vollmer G.* Evolutionäre Erkenntnistheorie: Angeborene Erkenntnisstrukturen im Kontext von Biologie, Psychologie, Linguistik, Philosophie und Wissenschaftstheorie. 6. Aufl. Stuttgart: S. Hirzel, 1994.

650. Vom Chaos zur Endophysik: Wissenschaftler im Gespräch / Hrgb. von Rötzer F. München: Klaus Boer Verlag, 1994.

651. *Wagner G. P.* Über die begrenzte Steuerbarkeit historischer Prozesse: ein Argument aus der Systemtheorie der Evolution // Was bringen uns die Theorien selbstorganisierender Prozesse? Natur- und Sozialwissenschaften im Gespräch. Sankt-Augustin: Comdok-Verlag, 1987. S. 41–54.

652. Was bringen uns die Theorien selbstorganisierender Prozesse? Natur- und Sozialwissenschaften im Gespräch. Sankt-Augustin: Comdok-Verlag, 1987.

653. *Weidlich W.* Stability and Cyclicity in Social Systems // Behavior Sciences. 1988. Vol. 33. P. 241–256.

654. *Weidlich W.* Synergetic Modelling Concepts for Sociodynamics with Application to Collective Political Opinion Formation // Journal of Mathematical Sociology. 1994. Vol. 18. N 4. P. 267–291.

655. *Weizsäcker C. F. von.* Zeit und Wissen. München: Carl Hanser Verlag, 1992.

656. *Wilber K.* (Hrgb.) Das holographische Weltbild. Bern: Scherz Verlag, 1986.

657. *Wildgen W.* Catastrophe Theoretic Semantics. Amsterdam (Philadelphia), 1982.

658. *Wojciechowski J. A.* Evolution of the Knowledge of Knowledge from the Perspective of Ecology of Knowledge // Issues in Evolutionary Epistemology. N. Y., 1989. P. 294–312.

659. *Woodcock A. E. R., Davis M.* Catastrophe Theory. N. Y.: Dutton, 1978.

660. *Wuketits F. M.* Zustand und Bewusstsein: Leben als biophilosophische Synthese. Hamburg, 1985.

661. *Wuketits F. M.* Organism, Vital Forces, and Machines: Classical Controversies and the Contemporary Discussions «Reductionism versus Holism» // Reductionism and Systems Theory in the Life Sciences: Some Problems and Perspectives. Dordrecht, 1989. P. 3–24.

662. *Wuketits F. M.* Grundriß der Evolutionstheorie. 2. Aufl. Darmstadt, 1989.

663. *Wuketits F. M.* Evolutionary Epistemology and its Implications for Humankind. N. Y., 1990.

664. *Wuketits F. M.* Soziobiologie: Die Macht der Gene und die Evolution sozialen Verhaltens. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 1997.

665. *Wuketits F. M. Naturkatastrophe Mensch: Evolution ohne Fortschritt.* Düsseldorf: Patmos Verlag, 1998.

666. *Wunderlin A., Haken H. Some Applications of Basic Ideas and Models of Synergetics to Sociology // Synergetics — From Microscopic to Macroscopic Order.* Berlin: Springer, 1984.

667. *Zmitrenko N. V., Kurdyumov S. P. Time Reversion of Processes in Dissipative Systems // Modern Physics Letters B.* 1992. Vol. 6. N 1. P. 49–54.

668. *Zmitrenko N. V., Kurdyumov S. P., Michailov A. A. Theory of Regimes with Peaking in Compressible Media // Journal of Soviet Mathematics.* 1988. Vol. 41. N 5. P. 1163–1221.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Впереди XXI век: Перспективы, прогнозы, футурология. Антология современной классической прогностики. Редактор-составитель И. В. Бестужев-Лада. М.: Academia, 2000.

2. *Каррерас Б. А., Ньюман Д., Линч В. Е., Даймонд П. Х.* Самоорганизованная критичность как парадигма для процессов переноса в плазме, удерживаемой магнитным полем // *Физика плазмы.* 1996. Т. 22. № 9. С. 819–833.

3. *Князева Е. Н., Курдюмов С. П.* Козволюция, роль человека и влияние будущего // *Анализ систем на рубеже тысячелетий: теория и практика — 2001. Материалы 5-й Международной научно-практической конференции.* Том 3. Под ред. В. В. Лещенко. М.: Комитет по общим системам, 2002. С. 3–17.

4. *Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Медведев Г., Митин Н.* Нелинейная динамика и проблемы прогноза // *Безопасность Евразии.* 2001. № 2. С. 482–517.

5. *Подлазов А. В.* Основное уравнение теоретической демографии и модель глобального демографического перехода. Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, 2001. № 88.

6. *Подлазов А. В.* Теоретическая демография как основа математической истории. Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, 2000, № 73.

7. *Подлазов А. В.* Самоорганизованная критичность и анализ риска // *Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика.* 2001. Т. 9. № 1. С. 49–88.

8. *Синергетика, философия, культура.* М.: РАГС, 2001.

9. *Синергетическая парадигма: Нелинейное мышление в науке и искусстве.* М.: Прогресс-Традиция, 2002.

10. *Чернавский Д. С.* Синергетика и информация. М.: Наука, 2001.

11. *Языки науки — языки искусства.* Под ред. З. Е. Журавлевой, В. А. Копчика, Г. Ю. Ризниченко. М.: Прогресс-традиция, 2000.

12. *Bar-Yam. Dynamics of Complex Systems. Series: Studies of Nonlinearity / Ed. by Robert L. Devaney.* Addison-Wesley, 1997.

13. *Galaktionov V. A. Dynamical Systems of Inequalities and Nonlinear Parabolic Equations // Commun. in Partial Differential Equations.* Vol. 24 (11 & 12). P. 2191–2236.

14. *Knyazeva, H. and Kurdyumov, S. P. Nonlinear Synthesis and Co-evolution of Complex Systems // World Futures.* 2001. Vol. 57. P. 239–261.

ОБ АВТОРАХ

Князева Елена Николаевна — доктор философских наук, ведущий научный сотрудник Института философии РАН.

Специалист в области философии науки, философских оснований теории самоорганизации (синергетики), эволюционной эпистемологии.



Курдюмов Сергей Павлович — член-корреспондент РАН, профессор; заведующий кафедрой в МФТИ; заведующий отделом Института прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН (с 1989 по 1999 г. директор этого Института); президент Международного компьютерного клуба (ICC), организованного в Москве (1988–1995); вице-президент Национального комитета по математическому моделированию (IMACS).

Специалист в области математической физики, вычислительной математики, физики плазмы и синергетики.



AUTHORS

Knyazeva, Helena N. — Doctor of Philosophy (Dr.habil. in Philosophy), Leading Research Associate at the Institute of Philosophy of the Russian Academy of Sciences.

Specialist in philosophy of science, philosophical foundations of the theory of self-organization (synergetics), evolutionary epistemology.

Kurdyumov, Sergei P. — Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor; Physical and Technical Institute (Moscow), Head of a Chair; Keldysh Institute of Applied Mathematics, Russian Academy of Sciences (IAM RAS), Head of Department (from 1989 to 1999 Director of the Institute); International Computer Club (Moscow), President (1988–1995); National Committee on Mathematical Modelling (IMACS), Vice-President.

Expert in mathematical physics, computational mathematics, plasma physics and synergetics.

SUMMARY

Main concepts and models of the modern theory of self-organization of complex systems, called also synergetics, are generalized and formulated in the book as principles of a synergetic world view. They are under discussion in the context of philosophical studies of holism, teleology, evolutionism as well as of gestalt-psychology; they are compared with some images from the history of human culture. The original and unfamiliar (to the Western readers) research results of the Moscow synergetic school which has its center at the Keldysh Institute of Applied Mathematics of the Russian Academy of Sciences are expounded in the book. The heuristic value of the synergetic models of evolution and self-organization of complex systems in epistemology and cognitive psychology, education and teaching, futures studies, social management activities and systems of global security is shown in the book.

Complicated and paradoxical concepts of synergetics (structure-attractors, bifurcations, blow-up regimes, non-stationary dissipative structures of self-organization, fractals, non-linearity) are translated into an intelligible language and vividly illustrated by materials and examples from various fields of knowledge, starting with the laser thermonuclear fusion and concluding with mysterious phenomena of human psychology and creativity. The style of writing is close to that of popular-science literature. That's why the book might be of interest and is quite comprehensible for students and specialists in the humanities.

It is shown that the development of synergetics entails deep changes in the conceptual net through which we comprehend the world. It means a radical shift of paradigm, a conceptual transition from being to becoming, from stability to sustainability, from images of order to chaos generating new ordered evolving structures, from self-maintaining systems to fast evolution through a nonlinear positive feedback, from evolution to co-evolution, reciprocal evolution of different complex systems. The new synergetic way of thinking is evolutionary, nonlinear and holistic. This is a modern stage of development within the traditions of cybernetics and system-structural analysis. However, many elements of the latter have undergone important changes since their appearance.

Synergetics is a multi-faceted phenomenon in modern science. It has a number of *different dimensions*. First of all, synergetics is a *certain field of science*, i.e. science of complexity, nonlinearity and chaos. Synergetics moves up to a meta-scientific level of research. Synergetics cannot be reduced to a

certain concrete scientific discipline, be it physics, chemistry or biology. It concentrates the attention on common features of self-organization, structure formation and complex behavior of systems regardless of concrete nature of their systems. That is why it is rather natural to consider synergetics in a *philosophical dimension*, i. e. to draw some philosophical consequences from the laws of evolution and self-organization discovered by synergetics. The *epistemological dimension* of synergetics constitutes the synergetics of cognition, the application of evolutionary nonlinear, synergetic models to the understanding of human cognitive and creative processes. It is an approach within the frames of evolutionary epistemology.

Synergetics has a *socio-practical dimension*. It means that synergetics enters into the studies of the constructive principles of co-evolution and self-organization of the complex socionatural, socioeconomic and geopolitical structures and the employment of the knowledge in practical activities. It includes the principles of sustainable development of social systems and the ways of constructing a world commonwealth. Synergetics can facilitate our reasonable orientation in the complex and unstable social world which is full of threats of various catastrophes. Synergetics can provides us with new methods of cognition and prediction of the course of historical processes as well as of the understanding of causes of evolutionary crises, the reliability of forecasts and the principal limits of predictability in ecology, sociology, economy, geopolity. One may speak about a *futuristic dimension* of synergetics. The methodology of nonlinear synthesis based on the scientific principles of self-organization and co-evolution of the complex structures of the world might be used as methodological basis for projecting various paths of mankind into the future.

Some common patterns of the complex systems behavior are revealed in synergetics. The most essential elements of the synergetic world view which are set forth in the book are as follows:

1. The constructive role of chaos in evolution, the connection of chaos on a micro-level with evolution of structures on a macro-level. Chaos and fluctuations on a micro-level play the essential role in determining the actual trends, or «aims», of processes at a macro-level. Chaos manifests itself as a «force», as a mechanism underlying an exit to one of several evolutionary structure-attractors. The macro-organization evolves out of chaos on micro-level. Dissipative processes, being the macroscopic revelation of micro-chaos, act in the same way as a sculptor who chisels and shapes a statue from a block of marble. Besides this, chaos serves as a basis for integration of relatively simple evolutionary structures into more complex ones. It is a mechanism of coordinating their tempos of evolution. Chaos, fluctuations on micro-level, is also a way of evolutionary switching, allowing a periodical transition from one evolutionary regime to another one.

2. The non-unequivocal purposefulness, the elements of pre-determination on the field of multiple evolutionary paths. The future states of complex systems escape our control and prediction. The future is open, not unequivocal.

But at the same time, there is a definite spectrum of «aims» of development available in any given open nonlinear medium. If we choose an arbitrary path of evolution, we have to be aware that this particular path may not be feasible in a given medium. Only a definite set of evolutionary pathways are open, only certain kinds of structures can emerge. These discrete spectra of evolutionary structure-attractors look much like spectra of purposes of evolution. There is, so to speak, «a tacit knowledge» on the part of medium itself. The spectra are determined exclusively by the inner properties of open nonlinear systems. The future turns out to be open in form of spectra of pre-determined possibilities.

3. The laws of very fast, avalanche-like processes, blow-up regimes in complex systems. Synergetics investigates conditions for self-organization far from equilibrium and reveals laws of very fast, avalanche-like growth when meta-stable localized complicated structures may emerge. Such a process of nonlinear, self-stimulating growth takes place all over the space of a complex system (medium), i. e. in every local area of it.

4. The existence of changing rhythms and regimes of evolutionary processes, the nonlinear dynamics of the course of evolutionary processes. There are some cyclical changes of state: upsurge — slump — stagnation — upsurge — slump etc. Only obeying these «life rhythms», or oscillatory modes, can complex systems maintain their integrity and develop dynamically. The mechanism of the «self-movement», auto-oscillation, reminds one of the oriental images — the image of Yin-Yang. According to the synergetic models stated in the book, changing of the two different, complementary regimes, HS- and LS-modes with peaking, takes place in open systems with strong nonlinearity. HS-mode is a mode of «infinitely running out wave» when there is no localization, all structures, heterogeneities are being washed away. LS-mode with peaking is a mode of «converging wave of burning», a mode of localization and intensive growth of processes in a more and more narrow area near the maximum.

5. The patterns of constructing complex totalities from rather simple elements (or subsystems), that is the elaboration of a kind of a new evolutionary holism. A complex structure is an integration of structures of «different ages», that is: structures at the different stages of evolutionary development. The integration of relatively simple structures into a complex one occurs by the establishment of a common tempo of development in all unified parts (fragments, simple structures). Structures of «different ages» start to co-exist in one and the same tempo-world.

6. The ways of nonlinear management of complex systems, the possibility of affecting complex systems, and catalyzing their development towards still higher levels of organization, through small-scale, but resonant, interventions. From synergetics, we learn how it is possible to multiply reduce time and efforts needed to generate, by a resonant influence, desired and, what is no less important, feasible complex structures. Synergetics gives proof of the following thesis: in order to control efficiently complicated systems (media),

a right topological configuration, an «architecture» of driving mechanism is important, not the intensity of an influence. Weak, but organized in a right topological way – so called resonant, – influences upon complex systems are extremely effective. The art of soft management consists in the ways of self-management and of self-control of complex systems.

One of specific features of the book is its *interdisciplinary character*. It determines an eventual circle of readers. The book can be of interest for a) natural scientists who want to comprehend the foundations of modern interdisciplinary research fields, their philosophical aspects, b) philosophers who have intentions to link their investigations with recent developments in natural sciences, to fill their philosophical constructions with some concrete contents, c) intellectuals who are concerned with movement of the modern culture and art, because a wide scope of the cultural materials is used in the book, some parallels between the scientific synergetic notions and the cultural images are being made; d) students who wish to get a survey view of the modern scientific knowledge development, to overcome hard disciplinary boundaries, to make a general acquaintance with the heuristic synergetic models of complex behavior as well as with a new nonlinear synergetic world view.

CONTENTS

Preface	5
Introduction	17
Chapter 1. Synergetics from the Historical Retrospective Point of View.	
Precursors of Synergetics in Science	20
Chapter 2. Synergetics as a new Paradigm. Dialogue with I. Prigogine	28
2.1. The Creation Fire	29
2.2. The Curtailment of the Complex: the Notion of Structure-Attractors of Evolution	31
2.3. The Image of an Open Medium	33
2.4. Philosophical Sense of the Concept of «Nonlinearity»	34
2.5. Blow-up Processes	37
2.6. Development through Instability	40
2.7. Wandering over a Field of Evolutionary Ways	45
2.8. Does the Modern Science Lose its Materialistic Character?	46
2.9. Once again about Reductionism	47
2.10. A New Image of Determinism	48
Chapter 3. The Synergetic Extension of the Anthropic Principle	50
3.1. Synergetics as a Science of Complexity	50
3.2. The Anthropic Principle in Synergetics	54
3.2.1. A Narrow Evolutionary Corridor in the Complexity	54
3.2.2. Reduction of Complexity	55
3.2.3. Justification of the Model. Competition of Two Factors in a Nonlinear System	56
3.2.4. The Problem of Reconstruction of an Attractor	58
3.2.5. The Method of AAS (Approximate Auto-model Solutions)	58
3.2.6. A New Type of Strange Attractors	59
3.2.7. A Spectrum of Structure-Attractors Exists Close to the S-Regime ...	60
3.3. The Complexity: the Whole and the Aim	61
3.4. On the Way Towards Synergetics with Human Face	63
3.5. Models of Synergetics, Development of Humankind, Demographic Crises ...	67
3.5.1. The Hyperbolic Character of the World Population Growth	68
3.5.2. The Inner Stability of the Law of Growth	70
3.5.3. The Asymptotic Instability. Demographic Crises. The Modern Danger of a Super-catastrophe	71
3.5.4. Periods in Human History. The Shortening of the Period	73
3.5.5. Oscillations in Space. Nets of Cities. Christaller's Lattices	75
3.5.6. The Media of Information. The Possibility of Strengthening of Nonlinearity	76

3.5.7. Some Expectations and Forecasts	
--	--

Chapter 4. Synergetics in the Context of Culture

4.1. Synergetic Ideas and Images of Human Culture	
4.1.1. Attractors. The Aims of Evolution	
4.1.2. Bifurcations. Branchings. Choice	
4.1.3. <i>Fractals. Self-similarity of Processes on the Different Levels.</i> Monads	
4.1.4. The Vortex Begetting	
4.2. Synergetics at the Crossroads of the Eastern and the Western Cultures. Synergetics and the East	
4.2.1. Everything in Everything	
4.2.2. The Potential and the Unrevealed	
4.2.3. The Yin-Yang Rhythms. Eternal Recurrence	
4.2.4. The Idea of Connection between Tempoworlds	
4.2.5. The Creative Role of Chance	
4.2.6. How Is the Shortest Path Possible?	
4.2.7. The Idea of Resonance. Bonds of the Echo Type	
4.3. Synergetics and the Traditions of the West	
4.3.1. Plato's Perfect Bodies of Nature	
4.3.2. The Cosmic Vortexes of Descartes	
4.3.3. Monadology of Leibniz	
4.3.4. The Image of Becoming in Chaos Described by Nietzsche	
4.3.5. The Creative Evolution According to Bergson	
4.3.6. The Modi of Time by Heidegger	

Chapter 5. The Main Principles of the Synergetic Worldview

5.1. New Notion of Chaos	
5.2. New Teleology	
5.3. New Holism	
5.3.1. The Integration of Structures through the Establishment of a Common Tempo of Development	
5.3.2. How is the Acceleration of Tempo of Development Possible?	
5.3.3. Symmetry and Asymmetry	
5.3.4. The Past and the Future are «Impressed» on an Architecture of a Structure	
5.3.5. «Self-rising to the Surface» of Memory Structures	
5.3.6. A Meeting of Different Tempoworlds	
5.4. New Principles of Management	
5.4.1. <i>The Application of the New Methodology to the World</i> of Physical Processes	
5.4.2. Its Application to the Human and Social World	
In the Search of Parameters of Order.	
Super-rapid Development of Processes in Social Systems	
The Field of Evolutionary Paths in Social Systems	
Problems of Co-evolution of a Human and Nature	
Determination of Evolutionary Processes from the Future	
Role of Chaos in Social Development	
When Can a Personality Influence the Course of History?	
A Path of Acceleration of Evolution	

Laws of Integration of Complex Social Structures	169
Pulsative Rhythm of the Accent to Unity	170
The Possibility of Transformation of the Field of Paths of Evolution	172
Chapter 6. On The Way Towards Synergetics of Cognition	173
6.1. Babylon Tower of Knowledge	173
6.2. Criticism of the Traditional Linear View	174
6.3. Is Synergetics Applicable to the Analysis of Cognitive Processes?	175
6.4. Three Arguments in Defense of Synergetics of Cognition	180
6.5. Nonlinear View of Cognitive Evolution	185
6.6. The Embodied Mind: The Prospects of Application of the Models of Nonlinear Dynamics in Cognitive Science	188
Chapter 7. The Mental Ferment of the Creators. The Synergetic View of «Cognitive Robinsonian Activities»	191
7.1. Scenarios of the Creative Thinking	193
7.2. The Emergent Appearance of a New or its Latent Predetermination? The Attractors of the Creative Thinking	204
7.3. Self-organization as a Mechanism of the Creative Thinking	210
7.3.1. Holism in the Creative Work	211
7.3.2. The Art of Selection	212
7.3.3. Self-completing	216
7.3.4. A Cascade of the Talent Crystallization	219
7.3.5. The Phenomenon of Resonance	220
7.4. Beyond the Mental: the Path of the Creative Intuition and the Yoga Path ..	222
7.4.1. To Erase the Old Tracks	223
7.4.2. The Consciousness as a Treasure-house	226
7.4.3. The Tighting into a Point	227
7.4.4. An Hierarchy of the Consciousness. The Connection of Tempoworlds	230
7.4.5. The Rhythms of the Creative Activities	233
7.4.6. Human Being as a Device. A Resonance	235
7.4.7. A Danger of Splitting of the Consciousness	237
7.4.8. A Topology of the Soul	238
Chapter 8. The Adventures of the Collective Mind. The Historical Development of Science and Culture from the Synergetic Point of View	240
8.1. Alternative and Diverse Evolutionary Ways of Scientific Knowledge	241
8.2. Unevenness of Tempo of Scientific Progress. An Oscillatory Regime	245
8.3. Impossibilities of the Getting Rid of the Prejudices in Science. Misconceptions of the Collective Mind	249
8.4. The Nature of Innovations	257
8.4.1. The New as a Forgotten Old	258
8.4.2. The New as an Intersection of Scientific Traditions	261
8.4.3. The New as a «Mutation» of Cultural Relay-races	261
8.5. The Phenomenon of Inertia of the Paradigmatic Consciousness	266
8.6. Conditions of «Survival» of the New in Science	270

8.6.1. How Can the Searching Spirit Express «der Zeitgeist» (the «Spirit of Time»)?	271
8.6.2. The Phenomenon of the Simultaneous Scientific Discoveries. The Ideas are Looking for People	273
8.6.3. Ecology of Knowledge. The Individual «Building into Culture»	276
Chapter 9. Synergetics of Education	280
9.1. Why Does Synergetics Have a Special Significance for Education?	280
9.1.1. Interdisciplinarity of Synergetics	280
9.1.2. The Synthetic Function of Synergetics	282
9.1.3. Synergetics as a Strategy of Research	282
9.1.4. The connection of Synergetics with the Future	283
9.1.5. Synergetics as a Method and Contents of Education	284
9.2. The Synergetic Methods of Education	284
9.2.1. Self-Education	284
9.2.2. Nonlinear Dialogue	284
9.2.3. Awakening Education	285
9.2.4. Education as an Adaptive Modification	286
9.2.5. Education as a Phase Transition	287
9.2.6. Gestalt-education	287
9.3. Return to the Visual Thinking	288
Chapter 10. Synergetics and the Futures Studies	292
10.1. Thinking Oriented towards Foreseeing the Future	292
10.2. Global Problems and Global Opportunities	295
10.3. Changes in Attitudes of Research	297
10.4. Alternative and Attainable Future. A Spectrum of Pathways into the Future	298
10.5. Horizons of Future. Limits of Predictability	300
10.6. Future is Already Here. One Has Only to Learn to See It	301
10.7. The Art of Soft Management	303
10.8. To Attain Unattainable. Hopes for Better Future	305
Conclusion	306
Epilogue. Synergetics as Philosophy of Hope	309
Appendix I	
Belavin V. A., Kapitza S. P. and Kurdyumov S. P. The Mathematical Model of Global Demographic Processes with Regard for Spatial Distribution	312
Appendix II	
Knyazeva E.N. Complex Systems and Nonlinear Dynamics in Nature and in Society. Notes on the 1 st Annual Conference of the German Society for Complex Systems and Nonlinear Dynamics (October 1997)	340
Appendix III	
Synergetics: Thirty-years-old Child and his Father. Interview with Prof. H. Haken. Conducted by H. Knyazeva in September 1998	351
Glossary	364
Literature	369
Authors	401
Summary	403

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Введение	17
Глава 1. Синергетика в исторической ретроспективе. Предтечи синергетики в мире науки	20
Глава 2. Синергетика как новая парадигма. Диалог с И. Пригожиным	28
2.1. Пламень созидающий	29
2.2. Свертывание сложного: представление о структурах-аттракторах эволюции	31
2.3. Образ открытой среды	33
2.4. Мирозозренческий смысл понятия «нелинейность»	34
2.5. Режимы с обострением	37
2.6. Развитие через неустойчивость	40
2.7. Блуждание по полю путей развития	45
2.8. Теряет ли современная наука материалистический характер?	46
2.9. Ещё раз о редукционизме	47
2.10. Новый образ детерминизма	48
Глава 3. Синергетическое расширение антропного принципа	50
3.1. Синергетика как наука о сложном	50
3.2. Антропный принцип в синергетике	54
3.2.1. Узкий эволюционный коридор в сложное	54
3.2.2. Свертывание сложного	55
3.2.3. Обоснование модели. Конкуренция двух факторов в нелинейной системе	56
3.2.4. Задача реконструкции аттрактора	58
3.2.5. Метод ПАР (приближенных автомодельных решений)	58
3.2.6. Новый тип странных аттракторов	59
3.2.7. Спектр структур-аттракторов существует вблизи S-режима	60
3.3. Сложность: целое и часть	61
3.4. На пути к синергетике с человеческим лицом	63
3.5. Модели синергетики, развитие человечества, демографические кризисы	67
3.5.1. Гиперболический характер роста населения Земли	68
3.5.2. Внутренняя устойчивость закономерности роста	70
3.5.3. Асимптотическая неустойчивость. Демографические кризисы. Современная опасность сверхкатастрофы	71
3.5.4. Периодичность в истории. Сокращение периода	73
3.5.5. Колебания по пространству. Сети городов. Решетки Кристаллера	75
3.5.6. Информационные среды. Возможность усиления нелинейности. ..	76
3.5.7. Некоторые ожидания и прогнозы	78
Глава 4. Синергетика в контексте культуры	80
4. 1. Идеи синергетики и образы культуры	80
4.1.1. Аттракторы. Цели эволюции	81
4.1.2. Бифуркации. Разветвления. Выбор	82

4.1.3. Фракталы. Самоподобие процессов на различных уровнях.	84
Монады	84
4.1.4. Вихрь порождающий	87
4.2. Синергетика на перекрестке культур. Синергетика и Восток	98
4.2.1. Всё во всем	98
4.2.2. Потенциальное и непроявленное	98
4.2.3. Ритмы инь-ян. Вечное возвращение	98
4.2.4. Идея о связи темпомиров	104
4.2.5. Созидательная роль случайности	106
4.2.6. Как возможен кратчайший путь?	109
4.2.7. Идея резонанса. Связи типа эхо	111
4.3. Синергетика и традиции Запада	111
4.3.1. Совершенные тела Платона	113
4.3.2. Космические вихри Декарта	114
4.3.3. Монадология Лейбница	115
4.3.4. Образ становления в хаосе у Ницше	116
4.3.5. Творческая эволюция по Бергсону	117
4.3.6. Модусы времени у Хайдеггера	117
Глава 5. Основные принципы синергетического мировидения	120
5.1. Новые представления о хаосе	120
5.2. Новая телеология	130
5.3. Новый холизм	135
5.3.1. Объединение структур через установление общего темпа развития	135
5.3.2. Как ускорить темп развития?	136
5.3.3. Симметрия и асимметрия	137
5.3.4. Прошлое и будущее «впечатаны» в архитектуру структуры	138
5.3.5. «Самовсплывание» структур памяти	140
5.3.6. Встреча темпомиров	145
5.4. Новые принципы управления	149
5.4.1. Приложение новой методологии к миру физических процессов	151
5.4.2. Приложения новой методологии к миру человека и социума	163
Поиск параметров порядка социальной организации	164
Сверхбыстрое развитие процессов в социальных системах	164
Поле путей развития социальных систем	165
Проблемы коэволюции человека и природы	166
Детерминация процессов эволюции из будущего	167
Роль хаоса в социальном развитии	167
Когда личность может влиять на ход истории?	168
Путь ускорения эволюции	169
Законы объединения сложных социальных структур	169
Пульсирующий ритм восхождения к единству	170
Возможность трансформации поля путей эволюции	172
Глава 6. На пути к синергетике познания	173
6.1. «Вавилонская башня» знания	173
6.2. Критика традиционного линейного взгляда	174
6.3. Применима ли синергетика к анализу когнитивных процессов?	175
6.4. Три аргумента в защиту синергетики познания	180
6.5. Нелинейное видение когнитивной эволюции	185
6.6. Воплощенный разум: перспективы применения моделей нелинейной динамики в когнитивной науке	188

Глава 7. Брожение умов творящих. Синергетическое видение

«когнитивной робинзонады»	191
7.1. Сценарность креативного мышления	193
7.2. Принципиальная эмерджентность нового или его скрытая преддетерминация? Аттракторы креативного мышления	204
7.3. Самоорганизация как механизм творческого мышления	210
7.3.1. Холизм в творчестве	211
7.3.2. Искусство отбора	212
7.3.3. Самодостраивание	216
7.3.4. Каскад кристаллизаций таланта	219
7.3.5. Феномен резонанса	220
7.4. По ту сторону ментального: путь творческой интуиции и путь йоги	222
7.4.1. Стереть старые следы	223
7.4.2. Сознание-сокровищница	226
7.4.3. Стягивание в точку	227
7.4.4. Иерархия сознания. Связь темпомиров	230
7.4.5. Ритмы творческой активности	233
7.4.6. Человек-прибор. Резонанс	235
7.4.7. Опасность расщепления сознания	237
7.4.8. Топология души	238

Глава 8. Приключения коллективного разума. Историческое развитие науки и культуры в синергетическом представлении

науки и культуры в синергетическом представлении	240
8.1. Альтернативность и многовариантность развития научного знания	241
8.2. Неравномерность темпов научного прогресса. Колебательный режим	245
8.3. Неизживаемость предрассудков в науке. Заблуждения коллективного разума	249
8.4. Природа инноваций	257
8.4.1. Новое как забытое старое	258
8.4.2. Новое как пересечение научных традиций	261
8.4.3. Новое как «мутация» культурных эстафет	261
8.5. Феномен инерции парадигмального сознания	266
8.6. Условия «выживания» нового в науке	270
8.6.1. Как ищущий дух может выразить «дух времени»?	271
8.6.2. Феномен одновременных научных открытий. Идеи ищут людей	273
8.6.3. Экология знания. «Встраивание» индивида в культуру	276

Глава 9. Синергетика образования

9.1. Почему синергетика имеет особое значение для образования?	280
9.1.1. Междисциплинарность синергетики	280
9.1.2. Синтетическая функция синергетики	282
9.1.3. Синергетика как стратегия исследования	282
9.1.4. Связь синергетики с будущим	283
9.1.5. Синергетика как метод и содержание образования	284
9.2. Синергетические методы образования	284
9.2.1. Самообразование	284
9.2.2. Нелинейный диалог	284
9.2.3. Пробуждающее обучение	285
9.2.4. Обучение как адаптивная модификация	286
9.2.5. Обучение как фазовый переход	287
9.2.6. Гештальтообразование	287
9.3. Возврат к визуальному мышлению	288

9.4. Синергетика как способ интеграции естественно-научного и гуманитарного образования	289
9.5. Обучающие компьютерные программы по синергетике	290
Глава 10. Синергетика и исследование будущего	292
10.1. Мышление, ориентированное на будущее	292
10.2. Глобальные проблемы и глобальные возможности	295
10.3. Изменение установок исследования	297
10.4. Альтернативное и предпочитаемое будущее. Спектр путей в будущее	298
10.5. Горизонты будущего. Пределы предсказуемости	300
10.6. Будущее уже здесь. Надо только научиться его видеть	301
10.7. Искусство мягкого управления	303
10.8. Достижение недостижимого. Надежды на светлое будущее	305
Заключение	306
Послесловие. Синергетика как философия надежды	309
Приложение I. В. А. Белавин, С. П. Капица, С. П. Курдюмов. Математическая модель глобальных демографических процессов с учётом пространственного распределения	312
1. Введение	312
2. Синергетическая модель роста населения Земли без учета пространственного распределения	318
3. Исследование синергетической модели с учетом пространственного распределения	321
4. Локализация решения в S- и LS-режимах	327
5. Влияние линейного стока	328
6. Устойчивость и колебательные процессы в демографической системе	330
7. Численный эксперимент. Влияние флуктуаций на поведение решений осредненной системы	330
8. Ограничения и возможности расширения модели	334
9. Соотношение рассматриваемой модели и демографических данных	335
10. Заключение	336
Литература	338
Приложение II. Е. Н. Князева. Сложные системы и нелинейная динамика в природе и обществе. Заметки о первой ежегодной конференции Немецкого общества исследования сложных систем (октябрь 1997)	340
Приложение III. Синергетика: 30-летнее дитя и его родитель. Интервью с Г. Хакеном, проведенное Е. Н. Князевой, в сентябре 1998 г. ...	351
Глоссарий	364
Литература	369
Об авторах	401
Authors	402
Summary	403
Contents	407

Дирекция издательства:

И. А. Савкин

Художественный редактор:

А. В. Самойлова

Корректоры:

А. О. Брезман

Н. М. Баталова

Оригинал-макет:

Е. Н. Ванчурина

ИД № 04372 от 26. 03. 2001 г.

Издательство «Алетейя»:

193019, Санкт-Петербург, пр. Обуховской обороны, 13

Телефон издательства: (812) 567-2239

Факс: (812) 567-2253

E-mail: aletheia@spb.cityline.ru

Сдано в набор 02.11.2001. Подписано в печать 24.02.2002

Формат 60x88/16. 26 п. л. Тираж 1500 экз. Заказ 3902

**Отпечатано с готовых диапозитивов
в Академической типографии «Наука» РАН
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12**

Printed in Russia

ИСТОРИЧЕСКАЯ КНИГА

Старосадский пер., д. 9



Магазин в Москве

Старосадский пер., д. 9
(Во дворе здания
Исторической
библиотеки)
с 11 до 20 часов
без выходных
Тел. 921-48-95

Книги издательства “АЛЕТЕЙ”, а также:

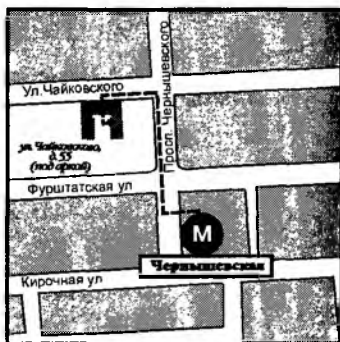
- Археология и этнография
- Античность и византистика
- Средневековье и новое время
- Запад. Новейшее время
- История Востока
- Славянские древности
- Россия XVIII века
- Российская империя в XIX столетии
- Политические партии начала XX века
- Классическая литература
- Россия в изгнании
- Россия период 1917–1941 г. г.
- Великая Отечественная война
- Россия во второй половине XX века
- Политология и социология
- Военная история
- История философии
- История религий
- История искусств

Магазин в Санкт-Петербурге

ул. Чайковского, д. 55,
(под аркой)

М “Чернышевская”

Ежедневно, кроме воскресенья
11.00 - 20.00
Тел. 327-2637



Е. Н. Князева

С. П. Курдюмов

ОСНОВАНИЯ СИНЕРГЕТИКИ



Авторы ряда книг и многочисленных статей по синергетике, Е. Н. Князева и С. П. Курдюмов, в своей книге рассматривают целый спектр понятий и представлений синергетики, особенности моделей сверхбыстрых процессов возникновения, самоорганизации и эволюции структур в нелинейных диссипативных средах, а также широкие перспективы приложений синергетики в когнитивной психологии и эпистемологии, социальном управлении, демографии, образовании и исследовании будущего