

С этого номера мы начинаем публиковать фрагменты монографий, посвященных универсальному эволюционизму, которые были изданы в последние годы в США, Западной Европе и Австралии и никогда прежде не публиковались в России. Лейтмотивом публикуемых материалов служит мысль о том, что животрепещущие проблемы современности не могут быть адекватно поняты без учета единых тенденций, пронизывающих историю человечества, биосферы и Метагалактики. Автор русских переводов - известный ученый Юлий Александрович Данилов.

Первая в серии наших публикаций - вводная часть классической книги Эриха Янча "Самоорганизующаяся Вселенная. Научный и человеческий смысл возникающей эволюционной парадигмы" (E. Jantsch. The Self-Organizing Universe. Scientific and Human Implications of the Emerging Paradigm of Evolution. New York, 1980).

Э. Янч - австрийский философ, эмигрировавший в США, трактует историю природы, общества и человеческого сознания в гуманитарно осмысленных понятиях нелинейной неравновесной термодинамики И. Пригожина.

Э. ЯНЧ

Самоорганизующаяся Вселенная

Введение и обзор: рождение парадигмы из метафлуктуации

In girum imus nocte et consumimur igni.

Мы кружим в ночи, и нас пожирает пламя.

Старинный латинский палиндром

Время само обновления

В истории нашего века сравнительно короткий период с середины 60-х до начала 70-х годов занимает особое положение. В это время традиционные социальные и политические институты были подвергнуты сомнению. Протесты против различного рода ограничений в жизни людей, поначалу вряд ли воспринимавшиеся всерьез, превратились в мощные процессы, под влиянием которых начала формироваться потребность в поиске новых структур. Общим для всех этих событий было то, что их участники придавали важное значение самоопределению и самоорганизации, открытости и пластичности, свободной эволюции социальных структур.

Возросшая потребность в свободе слова стала той искрой, из которой возгорелось пламя, охватившее студенческий городок в Беркли в 1964-1965 учебном году. Вслед за этим началось движение, подобно лесному пожару охватившее все существенные аспекты индивидуальной и социальной жизни и распространившееся по всему миру. Протест против закостеневших университетских порядков и отчуждения академической жизни от реальности, расширяясь, дошел до требования переустройства социаль-

ной жизни. Бывшие у власти правительства, особенно Франции и Чехословакии, оказались прижатыми к стене в историческом 1968 году. Тогда же китайская культурная революция разрушила начавшиеся было окаменевать структуры; Мао Цзэдун был единственным государственным деятелем, который приветствовал эту динамику самоорганизации.

Но вот буря пронеслась, социальные и политические структуры с виду уцелели, но мир стал уже другим. Интеллектуальные и духовные структуры претерпели изменения; под влиянием новых ценностей начали формироваться новые путеводные образы. Международная политика великих держав утратила свое ведущее значение и потерпела одно за другим несколько сокрушительных поражений - не только во Вьетнаме. Исчезли диктаторские режимы в Греции, Португалии и Испании. Даже Уотергейт был, по-видимому, результатом морального обновления. Вопрос о гражданских правах лавиной обрушился на Америку, достиг вскоре Африки и даже Среднего Востока, породив международную дискуссию о правах человека. Хельсинкская конференция неожиданно стала бумерангом для диктаторских режимов Восточной Европы. Даже затвердевшие структуры мировой торговли, дававшие односторонние преимущества высококоразвитым индустриальным державам, впервые оказались частично разрушенными во время нефтяного кризиса 1973 года. Можно не сомневаться, что мы стоим на пороге еще более глубоких изменений в этой области.

Политические и экономические аспекты тех бурных лет имеют наиболее явные последствия, но значимы не только они. Еще большую важность приобретает интенсификация мыслительных процессов, которая ведет к пересмотру индивидуальных отношений человека со средой, включающей в себя не только природное, но и человеческое окружение индивида. Если политические и экономические изменения представляют собой макроскопические аспекты систем человеческой жизни, то отношения с окружающей средой относятся к ее микроскопическим аспектам. И те, и другие надлежит рассматривать вместе. Возросшее осознание неразрывного единства с природой превратило понятие экосистемы из достояния узкого круга посвященных в популярную практическую категорию. Ныне представления о защите окружающей среды придается такое же значение - и на национальном, и на международном уровнях, - как и тем экономическим понятиям, с которыми эти представления зачастую не очень хорошо согласуются. Представления о защите окружающей среды вкупе с осознанием ограниченности невозобновляемых ресурсов нередко усиливают глубокие перемены в традиционных экономических процессах, особенно в направлении замены линейной, односторонней (не предполагающей переработки отходов) экономики на рециркуляционную экономику с переработкой отходов. Речь идет не только о защите природы от негативных последствий технического прогресса, но и о защите потребителя - идее, привнесенной в социальное мышление американцев почти исключительно стараниями Ральфа Надера.

Возможно, наиболее значительным изменением в сознании населения следует считать пришедшее понимание того, что развитие технологии отнюдь не является внешним выражением слепого прогресса, который нельзя удерживать, но продуктом человеческого разума. Величайшим технологическим триумфом рассматриваемого периода по праву можно считать не высадку человека на поверхности Луны, спланированную и осуществленную с невероятной точностью, а отказ под давлением общественного мнения от проекта американского пассажирского сверхзвукового самолета.

Это новое отношение к технологии стало наиболее значительным достижением той заботы о будущем, которая в описываемый период стала занимать многих людей. Основания для сознательного и открытого планирования будущего были заложены Берtrandом де Ювенелем (1967) с его понятием "*futuribles*" (множества возможных будущих) [1] и Денисом Габором (1963) с его концепцией нормативного предсказания - "Сотворим Будущее!" [2]. Эти понятия и представления развенчали линейные модели будущего, хотя пока они сохраняют влияние в экономическом и особенно экономет-

рическом мышлении. В то время как традиционная экономическая политика основана на постоянстве экономических и социальных структур и оперирует макроскопическими средними, отношение к будущему, ориентированное на процессы, признает за индивидуальным воображением, индивидуальным видением силу, способную вызывать резонанс в умах многих людей и изменять структуру реальности.

Начиная с 60-х годов внешние отношения в человеческом мире изменились в сторону все более ясного осознания связи с окружающей средой во времени и пространстве. Изменение претерпели и внутренние отношения человека с самим собой. Неподдельный интерес к человеческому сознанию как таковому, все возрастающий интерес к "гуманистической" (т.е. нередукционистской) психологии, методы "холистической" медицины, частично импортированные из других культур (например, акупунктура), интерес к недуалистическим философиям Дальнего Востока и таким понятиям, как медитация и йога, - все это также проявления метафлуктуации, затронувшей значительную часть человечества в начале последней трети XX века. По крайней мере в Беркли, где написана данная книга, в этом нет ни малейшего сомнения. Здесь, в Беркли, многие признаки упомянутой метафлуктуации все еще остаются открытыми для изучения даже после того, как большая волна схлынула, лишившись энергии. Здесь их история рассматривается как нечто единое, неразложимое на отдельные части.

Самообновление науки

При взгляде со стороны кажется, будто наука выстояла против перипетий недавнего бурного прошлого, не претерпев сколько-нибудь значительных изменений. Тенденция к интердисциплинарному преподаванию и исследованию, равно как и тенденция к большей соотнесенности с реальностью, большей близости к ней, тихо угасала. Специализированные университетские центры и программы, возникшие было в ответ на давление со стороны студентов, отошли в небытие, а позиции узко специальных факультетов укрепились. Редукционизм воцарился повсеместно.

Такого рода академический редукционизм следует рассматривать не только как абстрактный процесс сокращения интеллектуального поля, но и как явление социальной значимости. Это стало мне ясно, когда до Беркли дошла сценическая версия одного антропологического отчета (пьеса Питера Брука под названием "The Ik"). Британский антрополог Колин Тернбулл (1972) обнаружил в горах Уганды небольшое, насчитывавшее всего около тысячи человек, племя, которое, после того как его вытеснили с охотничьих угодий, оказалось неспособным обеспечить себе существование на новом месте [3]. По модели Тернбулла, человеческие отношения в ситуации голода и отчаяния выродились в самый неприкрытый эгоизм. Матери гнали своих детей с теплых мест у очага, умирающих стариков выбрасывали из жилищ, чтобы сэкономить на ритуальной поминальной трапезе, воровство и грабеж стали практически единственной стратегией выживания. Каждый противостоял каждому. В дискуссиях с членами факультета и студентами Тернбулл всячески подчеркивал свое убеждение в том, что именно в таком типе поведения ему удалось открыть "истинную природу человека", которая проявляется, стоит лишь стряхнуть с себя наносную роскошь культуры. В истории этого племени он даже усмотрел предтечу генерального пути эволюции. В качестве аргумента, подкрепляющего его теорию, Тернбулл не только ссылался на свое собственное "обращение" в идеологию абсолютного эгоизма и удовлетворения физических потребностей, но и на то, что уголовные преступники, отбывавшие наказание в британских тюрьмах, проявили большой интерес к пьесе Питера Брука и особенно к точке зрения самого Тернбулла, высказанной им в последовавших обсуждениях. Возможность возвыситься от низкопробной уголовщины до авангарда эволюции вызывала у некоторых заключенных чувство гордости. Однако верха абсурда научная дискуссия достигла в выступлении одного престарелого профессора. Глубоко растроганный, он признал, что точка зрения Тернбулла явилась

для него откровением, осуществлением мечты всей его жизни, поскольку ему стало ясно, что редукционистская наука, сводящая человеческую жизнь к "объективным" функциям выживания, всегда находилась на острие эволюции. Параллель между наукой, ограблением и убийством висела в воздухе, не встречая каких-либо возражений, и новое глубокое откровение заставляло участников дискуссии трепетать от охватившего их благоговейного восторга. Вместо ужаса я увидел сияющие глаза и открытые от изумления рты.

Тем не менее наука также подверглась глубокой и всеобъемлющей реструктуризации. Области науки, на протяжении долгого времени оставшиеся предметом чистых спекуляций, особенно космология, обрели эмпирические основания. Открытие реликтового фонового излучения в 1965 году (предсказано оно было еще в 1948-м) впервые выявило возможность исследования эффекта, берущего начало от первых, горячих, этапов развития Вселенной. В том же 1965 году были открыты первые четыре объекта, относительно которых астрономы с достаточным основанием полагали, что это - "черные дыры". Вновь открытые объекты позволяли непосредственно изучать фазу "смерти" звезд.

В 1965 году были также разработаны микропалеонтологические лабораторные методы, позволившие открыть в очень древней осадочной породе микроископаемые. То, что прежде было чистой спекуляцией, а именно история древнейших форм жизни на Земле, впервые стало доступно прямому наблюдению. Древнейшие из микроископаемых, идентифицированные с тех пор, имеют возраст 3500 млн лет и относятся ко времени, когда наша планета была в четыре раза моложе, чем теперь.

Необычайно расширились границы пространства и времени, доступные наблюдению. Наибольшая теоретически наблюдаемая пространственная протяженность ограничена так называемым горизонтом событий; она определяется скоростью света и в настоящее время составляет около $1,5 \cdot 10^{26}$ м. Действительно, были обнаружены так называемые квазары (объекты, испускающие необычайно сильное излучение), находящиеся примерно на таком расстоянии. Квазары удаляются от нас со скоростью, составляющей 90% скорости света (последняя равна 300 тыс. км/с), и наблюдаемый нами свет от них был испущен во времена, когда Вселенная была в восемь раз моложе, чем теперь. Наименьшая наблюдаемая длина имеет порядок величины 10^{-17} м, что соответствует размерам субатомных частиц. Наибольший наблюдаемый период времени благодаря уже упоминавшемуся фоновому излучению есть возраст Вселенной, составляющий $5 \cdot 10^{17}$ с. Наименьшая в настоящее время продолжительность временного интервала соответствует средней продолжительности жизни чрезвычайно нестабильных субатомных частиц и составляет около $3 \cdot 10^{-24}$ с; такие субатомные частицы мало похожи на "настоящие" частицы и получили название "резонансов". Пространственная протяженность, доступная наблюдению человека, составляет 10^{43} м, а временная протяженность - 10^{41} с. Сходство этих чисел поразительно и невольно заставляет вспомнить британского лауреата Нобелевской премии П.А.М. Дирака, высказавшего гипотезу о существовании корреляции между макрокосмом и микрокосмом, осуществляемой безразмерными множителями порядка 10^{40} . В этом невообразимо протяженном пространственно-временном континууме возникают взаимосвязи и паттерны, носящие по преимуществу динамический характер и впервые позволившие заложить научные основы идеи всеобщей, открытой эволюции, осуществляющей взаимосвязь между многими нередуцируемыми уровнями.

Однако прежде всего без каких-либо инструментальных методов нашей жизни кажется то, что составляет круг непосредственного человеческого опыта. В этом круге мы обнаруживаем явления биологической, социальной и культурной жизни. Неисчерпаемое разнообразие форм, с которым мы сталкиваемся здесь, до сих пор было предметом главным образом эмпирических исследований. Формы наблюдались, классифицировались, упорядочивались, особенно включались в более общий контекст. Структуры классифицировались в соответствии с усредненными особенностями, очи-

ценными от большого числа отдельных наблюдений. Такой структурно-ориентированный подход подразумевал дополнительное временное измерение - с теорией естественного отбора Дарвина и эволюцией биологических видов.

Акценты на структуру, адаптацию и динамическое равновесие (стационарный поток) были характерны для раннего этапа развития кибернетики и системного анализа. В этих взаимозависимых областях исследования, активно развивавшихся с 40-х годов, было достигнуто глубокое понимание того, как можно стабилизировать данные структуры и поддерживать их бесконечно долго. Именно эти проблемы находятся в центре внимания в технологии, и именно в решении проблем управления сложными машинами и механизмами кибернетика и специализированная теория систем достигли триумфа. Однако в биологических и социальных системах этот тип управления (называемый также отрицательной обратной связью) - лишь одна сторона монеты. Никакую живую структуру невозможно стабилизировать перманентно. Другая сторона монеты связана с положительной обратной связью или с дестабилизацией и развитием новых форм. Достижение полного синтеза обоих аспектов было мечтой основателей упомянутых выше теорий Норберта Винера и Людвиг фон Бергаланфи (1968) [4]. Их интуитивно правильные формулировки, подкрепленные и развитые Эрвином Ласло (1972) и другими, в наше время получают все более прочную научную основу [5]. В 50-е годы возникновение молекулярной биологии открыло возможности создания базиса теоретической биологии. Но развитие молекулярной биологии тормозилось редуccionистской установкой, и связь с явлениями макроскопического порядка так и не была установлена. Структура ДНК и гены не содержат в себе жизнь организма, который развивается, используя эту информацию.

Биологические и социальные системы требуют понимания таких явлений, как самоорганизация и саморегуляция, когерентное поведение, синхронизированное со структурными изменениями, индивидуальность, коммуникативная связь с окружающей средой и симбиоз, морфогенез, пространственная и временная связь в процессе эволюции. Первый шаг в этом направлении был сделан, когда удалось достичь нового понимания динамики природных систем. Этому в 20-е годы предшествовали "философия процесса" Альфреда Норта Уайтхеда (1929) [6] и концепция холизма в эволюции, разработанная южноафриканским государственным деятелем Яном Сметсом (1926) [7].

В точной формулировке новое понимание, о котором мы только что упомянули, можно охарактеризовать как *ориентированное на процесс*, в отличие от основного акцента на компоненты "жесткой" системы и состоящие из них структуры. Эти две перспективы асимметричны по своим последствиям: в то время как жесткая пространственная структура, например машина, в значительной степени определяет процессы, которые могут в ней происходить, свободная игра и взаимодействие процессов могут привести к открытой эволюции структур. Во втором случае основной акцент делается на *становлении* - и даже бытие возникает в динамических системах как аспект становления. Понятие самой системы более не связано с конкретной пространственной или пространственно-временной структурой, с изменением конфигурации тех или иных компонент, равно как и с наборами внутренних или внешних отношений. Система теперь предстает перед нами скорее как набор когерентных, развивающихся, интерактивных процессов, проявляющихся во времени в виде глобально устойчивых структур, не имеющих ничего общего ни с равновесием, ни с жесткостью технологических структур. Например, гусеница и бабочка представляют собой две временно стабилизированные структуры в когерентной эволюции одной и той же системы. В 1947 году Конрад Уоддингтон уже ввел понятие *эпигенетического процесса* - селективного и синхронизированного использования процессами жизни структурно закодированной генетической информации во взаимодействии с окружающей средой. Это понятие имеет основное значение для ориентированного на процесс подхода к биологии [8].

Решающий прорыв произошел в 1967 году - с появлением теории так называемых

диссипативных структур (впоследствии эмпирически подтвержденной) и открытия лежащего в их основе нового упорядочивающего принципа. Этот принцип, получивший название "*порядок через флуктуацию*", проявляется вне термодинамической ветви в сильно неравновесной системе и включает в себя некоторые автокаталитические ступени. Развитие теории диссипативных структур стало триумфом Ильи Пригожина и его сотрудников в Брюсселе и Остине (штат Техас). Не столь давно этот цикл работ был изложен в обширной монографии [9].

Примерно в то же время в Биологической компьютерной лаборатории Иллинойского университета, функционировавшей с 1956-го по 1976 год под руководством ее основателя Хейнца фон Ферстера, много внимания уделялось самоорганизации. Завершением цикла работ [10] стала новая формулировка свойств живых систем. Центральное понятие - автопоэзис - было введено в 1973 году чилийскими биологами Умберто Матурана и Франсиско Варела и развито в сотрудничестве с Рикардо Урибе [11, 12]. Автопоэзис относится к характеристике живых систем, которые непрерывно обновляются и регулируют этот процесс так, чтобы поддерживать целостность своей структуры. В то время как машина жестко нацелена на выпуск определенного продукта, биологическая клетка функционирует главным образом для самообновления. Процессы развития (анаболические) и деградации (катаболические) протекают одновременно. В процессах автопоэзиса неразличимо растворяются не только эволюция системы, но и ее существование в виде специфической структуры. В области живого есть мало такого, что было бы твердым и жестким. Автопоэтическая структура возникает в результате взаимодействия многих процессов. Самореферентность также стала ключевым понятием для нового воззрения на функции мозга [13] и человеческого сознания [14].

Возникли и новые объяснения происхождения жизни на Земле. Жак Моно (1971) высказал мнение, что случайная комбинация молекул дала толчок возникновению жизни как в высшей степени маловероятному результату, возможно, единственному во всей Вселенной [15]. Ханс Кун (1973) модифицировал это положение, предложив идею случайной репродукции путем стереоспецифичности [16]. Новый увлекательный подход признает решающую роль каталитического подкрепления и акселерации процессов, инициацию которых можно считать случайной. Те же фундаментальные принципы самоорганизации, которые допускают образование диссипативных структур, и та же нелинейная неравновесная термодинамика представляются ныне важными факторами в образовании полимеров из мономеров [17], в синтезе сложных нуклеокислот и белков при саморепродукции гиперциклов [18, 19]. Если Моно рассматривал случайность и необходимость последовательно (вслед за чрезвычайно маловероятным событием - возникновением саморепродуцирующейся молекулярной комбинации - наступает абсолютная необходимость выживания), то теперь случайность и необходимость выступают как взаимно дополнительные (комплементарные) принципы. М. Эйген и Р. Винклер (1975) усмотрели эту комплементарность в том, что случайные процессы улавливаются сетью "правил игры", или законов природы, возникающих в результате естественного отбора, который понимается в духе недифференцированного дарвинизма [20]. Одностороннее применение дарвиновского принципа естественного отбора часто приводит к образу "слепой" эволюции, производящей на свет всевозможных бессмысленных уродцев и сохраняющей целесообразные структуры, испытывая свои произведения на окружающей среде. Как будто окружающая среда сама не подвержена эволюции! Эволюция, по крайней мере в области живого, по существу представляет собой процесс обучения. Более тонкий подход к динамике самоорганизации учитывает число степеней свободы, которым располагает система для самоопределения своей собственной эволюции и для нахождения временной оптимальной устойчивости при заданных условиях. Эволюция остается открытым процессом и в отношении своих продуктов, и в отношении правил игры. Результат этой открытости - самопревращение эволюции в "метаэволюцию", т.е. эволюцию эволюционных механизмов и принципов.

Интуитивные попытки применения тех же фундаментальных принципов самоорганизации, которые были обнаружены на уровне простых химических и доклеточных систем, к эволюции на высших уровнях привели к поразительно реалистичным описаниям динамики экологических, социобиологических и социокультурных систем [21, 22, 23]. Наряду с "вертикальными" аспектами эволюции (когерентности во времени) на первый план выдвигаются "горизонтальные" аспекты, включая такие явления, как коммуникация, симбиоз и коэволюция. Даже система "биосфера плюс атмосфера" ныне представляется как самоорганизующаяся и саморегулирующаяся [24]. Направленность эволюции ныне может быть понята *post hoc* как результат взаимодействия случайности и необходимости [25]; необходимость вводится системой ограничений, которые сами являются результатом эволюции. Биологическая, социобиологическая и социокультурная эволюции ныне представляются как связанные гомологическими, а не просто аналогичными принципами (т.е. принципами, имеющими общность происхождения, а не просто формальное сходство). Такой подход не должен казаться неожиданным, поскольку вся Вселенная развивалась и развивалась из единого начала.

Новый тип науки, о котором мы говорим, ориентированный главным образом на модели жизни, а не на механические модели, дает толчок к изменениям не только в самой науке. Тематически и эпистемологически новая наука связана с теми явлениями, которые я обозначил как метафлуктуацию, потрясшую мир. Основные темы остаются неизменными, но теперь они формулируются по-новому. На первый план выдвигаются такие понятия, как самоопределение, самоорганизация и самообновление; признается систематическая взаимосвязанность природной динамики в пространстве и времени; логический акцент переносится с пространственных структур на процессы; выделяется роль флуктуации, которые упраздняют закон больших чисел и дают шанс индивиду с его созидательным творческим воображением; усиливается внимание к открытости, творческому характеру эволюции, в которой ни отдельные структуры, возникающие и погибающие, ни конечный результат не предопределены.

Естествознание готово признать эти принципы как общие законы природы. Если эти принципы применить к людям и их системам жизни, то они предстанут перед нами как основы глубоко естественного образа жизни. Дуалистический раскол на природу и культуру может теперь оказаться преодоленным. В выходе за пределы прежних жестких рамок в самопревращении природных процессов заключена радость, радость жизни. Во взаимосвязанности с другими процессами в ходе всеобщей эволюции есть смысл, смысл жизни. Мы не являемся беспомощными объектами эволюции, *мы и есть эволюция*. Когда наука, подобно многим другим аспектам человеческой жизни, оказывается затронутой метафлуктуацией, она преодолевает отчужденность от жизни человека и вносит свой вклад в радость и смысл жизни. Моя книга посвящена в первую очередь изложению некоторых аспектов этой новой роли науки.

Центральное место в моей аргументации занимает тезис о взаимосвязанности. Его невозможно постичь в статике, он возникает в динамике самоорганизации на многих уровнях эволюции. На каждом уровне процессы самоорганизации находятся "на старте", готовые прийти в движение при любом случайном событии, если будут созданы подходящие условия, и ускорить или сделать возможным прежде всего возникновение сложного порядка. Начальные условия, о которых идет речь, ограничены сравнительно узкими пределами, о чем мы догадываемся по нашим тщетным поискам жизни в Солнечной системе. Но коль скоро эти условия имеют место (в той фазе космической эволюции, когда произошло рождение галактик и звезд, или на ранних этапах жизни на Земле), эти условия сами становятся объектом эволюции. Эволюция дифференцирует макроскопические и микроскопические системы посредством коэволюции. То, что микроскопические системы являются всего лишь подсистемами макроскопических систем, как и то, что макроскопические системы предстают перед нами в виде "окружающей среды" для микроскопических систем, происходит от статического понимания, которое стремится представить мир в дуалистических

терминах. В частности, сама жизнь создает макроскопические условия для своей дальнейшей эволюции, или, если подходить с другой стороны, биосфера создает свою собственную микроскопическую жизнь. Микро- и макрокосм являются аспектами одной и той же единой и объединяющей эволюции. Жизнь представляется теперь не просто разворачивающейся во Вселенной - сама Вселенная становится все более живой.

Краткое содержание книги

Центральными аспектами возникающей парадигмы самоорганизации являются, во-первых, специфическая динамика системных процессов, во-вторых, непрерывное изменение и тем самым коэволюция с окружающей средой и, в-третьих, самопревращение, эволюция эволюционных процессов. В первых трех частях книги основное внимание сосредоточено на этих трех аспектах. В последней части в рамках центральной идеи о творческом характере эволюции формулируются некоторые выводы, которые могут оказаться полезными для мира людей.

Часть первая. Самоорганизация: динамика природных систем. Эта часть посвящена рассмотрению типичной динамики самоорганизации когерентных систем, развивающихся через последовательность структур и поддерживающих свою целостность. К этому типу принадлежат биологические и социальные системы. Простейшим уровнем, на котором может быть рассмотрена динамика такого рода, является уровень диссипативных структур, возникающих в самоорганизующихся и самообновляющихся химических реакциях.

В главе 1 "Макроскопический порядок" в общих чертах обрисован происходящий в западной науке сдвиг от статически ориентированных структур к динамике мышления, ориентированного на процесс. Классическая динамика рассматривала понятие изолированных частиц. Термодинамика ознаменовала переход к мышлению, ориентированному на процесс, путем введения необратимости или направленности процессов во времени. Симметрия во времени оказалась нарушена, прошлое - отделено от будущего, а макроскопический мир обрел историю. Наконец, с появлением нелинейной неравновесной термодинамики была нарушена и пространственная симметрия, рассмотрение перешло на новый уровень макроскопического порядка - уровень кооперативных явлений, приводящих к спонтанному образованию и эволюции структур. Законы физики обретают новое значение при таком макроскопическом порядке. Там, где ранее предполагалось господство случайных процессов, вступает в игру новый упорядочивающий принцип, называемый "порядок через флуктуацию".

Глава 2 "Диссипативные структуры: автопоэзис" посвящена обсуждению основных условий динамического существования неравновесных структур. Эти основные условия - частичная открытость по отношению к окружающей среде, неравновесное состояние макроскопической системы и автокаталитическое подкрепление некоторых стадий в цепи явлений, образующих процесс, - повторяются и на других уровнях самоорганизующихся систем. Равновесие выступает как эквивалент стагнации и смерти. Сильная неравновесность, поддерживаемая самоорганизующимися процессами, в свою очередь поддерживается непрерывным обменом веществом и энергией с окружающей средой, иначе говоря, метаболизмом. Динамика таких глобально устойчивых, но никогда не приходящих в состояние покоя структур получила название *"автопоэзис"* (самопроизводство или самообновление). Автопоэтическая система нацелена в первую очередь не на производство какого бы то ни было продукта, а на свое собственное самообновление в той же ориентированной на процесс структуре. Автопоэзис представляет собой выражение фундаментальной дополненности структуры и функции, гибкости и пластичности, обусловленных динамическими отношениями, через которые становится возможной самоорганизация. Автопоэтическая система характеризуется некоторой автономией по отношению к окружающей среде, что можно понимать как

примитивную форму сознания, соответствующую уровню существования системы. Например, размеры диссипативной структуры не зависят от размеров окружающей среды, коль скоро последние достаточно велики для того, чтобы не препятствовать формированию структуры.

В главе 3 "Порядок через флуктуацию: эволюция системы" рассматривается эволюция неравновесных систем через последовательность автопоэтических структур. Основные условия - те же, что и для автопоэзиса: открытость, сильная неравновесность и автокатализ. Существенная особенность состоит во внутреннем подкреплении флуктуации (автокатализом), в результате чего система в конце концов преодолевает порог неустойчивости и переходит в новую структуру. При таком переходе главную роль играют не макроскопические средние, а внутреннее усиление и взрывное нарастание флуктуаций, вначале весьма малых. Иначе говоря, принцип творческой индивидуальности одерживает верх над коллективным принципом в этой инновационной стадии. Коллектив всегда пытается подавить флуктуацию, и в зависимости от связи между подсистемами жизнь старой структуры может быть существенно продлена. На стадии рождения новых структур остается в силе принцип максимальной производства энтропии: система не постоит ни перед какими затратами, если результатом будет возникновение новой структуры. Однако то, какая структура будет порождена, не предопределено. На уровне автопоэтического существования в игру вступает новый вариант макроскопической неопределенности. Будущая эволюция такой системы не может быть предсказана с абсолютной определенностью; будущая эволюция напоминает дерево принятия решений с абсолютной свободой принятой решений в каждой точке ветвления. Однако уже на уровне химических диссипативных структур такая система хранит память о своем эволюционном пути. Если заставить систему двигаться вспять, то она проделает путь через последовательность тех же автопоэтических структур. Таким образом, принцип "порядок через флуктуацию", лежащий в основе всей когерентной эволюции, требует новой теории информации, основанной на дополнении новации, и подтверждения в прагматической (т.е. эффективной) информации. Тот тип информации, который оказался столь полезным в технологии связи, сохраняется только за информацией, состоящей почти полностью из подтверждения. В области самоорганизующихся систем информация также обладает способностью к самоорганизации; возникает новое знание.

Наконец, в главе 4 "Моделирование самоорганизующихся систем" дается обзор сравнительно успешных попыток применения теории диссипативных структур и принципа "порядок через флуктуацию" к явлениям самоорганизации во многих областях. Первые же из этих попыток привели к замечательным результатам в таких областях, как пребиотическая эволюция, функционирование биоорганизмов, нейрофизиология, экология (популяционная динамика) и социобиология. Совсем недавно были предприняты первые попытки моделирования явлений в системах человеческой жизнедеятельности, например в росте и эволюции городов. Те же принципы автопоэзиса и "порядок через флуктуацию" оказались ценными и при качественном описании эволюции таких интеллектуальных структур, как научные парадигмы, системы ценностей, мировоззрения и религии. Столь широкая применимость теории, которая первоначально была строго сформулирована в физической химии, не влечет до собой физическую интерпретацию биологических и социокультурных явлений, а основана на фундаментальной гомологии (фундаментальном родстве) самоорганизующейся динамики на многих уровнях. Именно эта гомология позволяет рассматривать эволюцию как холистическое явление, осуществляющее динамическую связь многих уровней. Указанный подход детально разрабатывается во второй и третьей частях книги.

Честь вторая. Козволюция: история реальности в нарушениях симметрии. На протяжении пяти глав, начиная с "Большого Взрыва", под несколько необычным углом зрения излагается история эволюции. Суть заключается в рассмотрении козволюции макро- и микромира, сопоставлении условий одновременной дифференциации и комплексификации на микроскопической и макроскопической ветвях эволюции. В космической эволюции подобная точка зрения не нова. Никто не думает, будто структуры во Вселенной были построены односторонне, снизу вверх, от частиц и атомов до звезд, галактик и звездных скоплений. Но в области биологической эволюции на Земле обычно используется логика "построения более высоких форм жизни" в процессе микроэволюции при полном пренебрежении макроскопической ветвью эволюции. Системный подход, акцентирующий внимание на козволюции обеих ветвей, приводит к существенно новым взглядам. Он позволяет провести различие между доминирующей в сфере человеческой жизни социокультурной эволюцией, а также социобиологической и экологической эволюциями, подчеркивая одновременно их взаимосвязанность.

В главе 5, носящей название "Космическая прелюдия", в общих чертах излагается по существу то, что принято называть космологической стандартной моделью, причем указывается, что границы между различными стадиями эволюции отмечены нарушениями симметрии. Первое из таких нарушений симметрии относится к четырем фундаментальным физическим взаимодействиям, а именно гравитационному, электромагнитному, сильному и слабому. С нарушением исходной симметрии пространство и время раскрываются для эволюции. Гравитационное взаимодействие осуществляется на макроскопических расстояниях, ядерные силы - на микроскопических расстояниях, электромагнитное взаимодействие - на промежуточных расстояниях. В плотной и горячей Вселенной первыми вступают в игру ядерные силы. После синтеза ядер водорода и гелия, а также охлаждения Вселенной космическая эволюция временно теряет свой импульс. Однако конфигурация микроскопических параметров сдвигается таким образом, что давление газа падает и вводит в игру гравитацию на макроскопической ветви эволюции. Именно гравитация в первую очередь отвечает за так называемую мезогранулярность Вселенной, которая включает в себя скопления скоплений галактик, скопления галактик, галактики, звездные скопления и, наконец, звезды. Особенно драматично проявляется козволюция макро- и микрокосма в звездах. Гравитация создает условия для возникновения горячей и плотной окружающей среды, которая снова вводит в игру ядерные силы, продолжающие синтез тяжелых ядер на микроэволюционной ветви. В свою очередь энергия, высвобождающаяся в этих процессах микроэволюции, определяет онтогенез звезд, их необратимую индивидуальную эволюцию. Еще одно нарушение симметрии в начавшейся фазе развития Вселенной отвечает за избыток вещества по сравнению с антивеществом примерно на 10^{-9} (одну миллиардную). Именно этим очень маленьким избытком объясняется образование материального мира - мира, состоящего из обычного вещества. В результате космической козволюции вещество, находящееся на различных стадиях организации, распространяется по всему пространству и времени в своего рода неупорядоченной филогении. Наша планета Земля и мы сами состоим в значительной мере из вещества, происходящего не от нашего молодого Солнца (в котором все еще происходит превращение водорода в гелий), а от внешних слоев и остатков от взрывов уже не существующих далеких звезд. Солнце с помощью гравитации организовало это чуждое вещество, а происходящие в недрах Солнца ядерные процессы служат источником энергии для жизни на Земле.

Глава 6 "Биохимическая и биосферная козволюция" посвящена изложению общей картины зарождения жизни на Земле. После возникновения органических молекул следующий этап, по-видимому, состоял в формировании способных участвовать в метаболизме диссипативных структур, которые могли сыграть решающую роль в формировании биополимеров и на следующих стадиях доклеточной эволюции. Возникновение способности к саморепродукции может быть объяснено в рамках модели

гиперцикла, которая включает в себя принципы диссипативных структур, а также симбиоз на молекулярном уровне. На этой стадии начинает действовать биологическая микроэволюция о переносом информации вместо переноса вещества, что осуществляется посредством "планов" организации вещества. Благодаря "планам" стала возможна та высокая степень дифференциации, которая наглядно проявляется в жизни. Одноклеточная жизнь на Земле началась очень давно, возможно, еще до образования твердой земной коры около 4 млрд лет назад. Козволюция микро- и макромира становится видимой уже на этой ранней стадии. Прокариоты, лишенные ядра одноклеточные - единственные носители жизни на начальной ее фазе - ответственны на протяжении 2 млрд лет за глубокую трансформацию сначала поверхности Земли под воздействием окисления, а затем и атмосферы под действием обогащения ее свободным кислородом. Трансформация макросистемы создала предпосылки для развития более сложных форм жизни на микроэволюционной ветви. В свою очередь это превратило био- и атмосферу в мировую саморегулирующуюся автопоэтическую систему, которая стабилизировалась за 1,5 млрд лет и обеспечила поддержание условий для сложных форм жизни на Земле. Так по крайней мере утверждает гипотеза, названная в честь древнегреческой богини Земли - Гея. Вплоть до наших дней прокариоты действуют в рамках системы Гея в качестве крохотных авткатали- тических единиц. Часть прокариотов объединились, образовав более сложные эукариотические клетки, или клетки с ядром. В качестве органелл внутри эукариотических клеток бывшие прокариоты все еще сохраняют определенную автономию.

Глава 7 "Изобретения микроэволюции жизни" начинается с изложения этой все еще спорной эндосимбиотической теории происхождения эукариотических клеток. С эукариотами возникло разделение полов, а значит, и возможность систематического генерирования максимального генетического разнообразия. За этим последовала гетеротрофия, способность жить на других биоорганизмах или на веществе, которое те оставляют после своей гибели. Гетеротрофия привела к возникновению сложной многоуровневой экосистемы, которая способствовала образованию и взрывному распространению многоклеточных организмов. По-видимому, эти многоклеточные организмы также имеют эндосимбиотическое происхождение в социальных связях эукариотических клеток.

Глава 8 "Социобиология и экология: организм и окружающая среда" развивает тему коэволюции макро- и микросистем жизни, которая благодаря микроэволюции обрела новые аспекты и новые типы процессов. Возникновение эукариотических клеток знаменует начало эпигенетического развития, гибкого и селективного использования генетической информации наряду с индивидуальным планированием отношений с окружающей средой. С гетеротрофией и оптимальным использованием первичной солнечной энергии в экосистемах макродинамика жизни приобретает дополнительный импульс. На микро- и макроветвях эволюции мы обнаруживаем теперь новые организмы и экосистемы - весьма сложные автопоэтические системы, коэволюция которых вводит в игру главным образом новые горизонтальные процессы (после того как перенос генетической информации придал особое значение вертикальным процессам). Каждый процесс вертикального генетического развития оказывается "опутанным" плотной смесью горизонтальных процессов. Это приводит к дальнейшему обогащению генетической эволюции новыми эпигенетическими измерениями. Наконец, эпигенетическое развитие начинает превосходить генетическое как по важности, так и по скорости. Горизонтальные процессы управления в обществах и экосистемах становятся все более важными для эволюции групп и отдельных видов. Морфологические свойства, находясь в процессе развития, не имеют решающего значения, особенно свойства молодых экосистем. Преимуществом обладают те системы, которые прогрессируют быстрее других. Вертикально передаваемая генетическая информация дополняется "на равных" горизонтально передаваемой метаболической информацией - и в сложных организмах, и в системах сложных организмов.

Наконец, в главе 9 "Социокультурная эволюция" наряду с медленной генетической и более оперативной метаболической коммуникацией выступает третий тип коммуникации. Речь идет о высоко оперативной нейронной коммуникации в центральной нервной системе и особенно головном мозге. Характерное время сокращается от поколений до минут, до секунд и долей секунды. Так становится возможным символическое выражение, сначала в форме самопредставления организма, а затем в форме символической реконструкции внешней реальности и ее активного воплощения. Концепция развивающегося "триединого" мозга позволяет нам шаг за шагом проследить освобождение интеллектуальных абстракций от внешней реальности. Интеллектуальные понятия, идеи и представления становятся самостоятельными автопоэтическими образами. В то время как перенос генетической информации сделал прошлое эффективным для настоящего, а эпигенетическое развитие ввело в игру систематическую природу настоящего, интеллектуальное предвидение вовлекает будущее в настоящее и обращает направление причинности. При таком подходе разум перестает быть противоположностью материи. Он становится качеством самоорганизации динамических процессов, характеризующих систему и ее отношения с окружающей средой. Разум координирует пространственно-временную структуру материи. Помимо нейронного разума существует действующий медленнее метаболический разум, доминирующий в экосистемах и одноклеточных организмах. Если материальное производство и процессы распределения в человеческом мире представляют собой такой метаболический разум, то электронный век создал предпосылку для возникновения действующего быстрее и, возможно, находящегося на более высокой ступени самоорганизации "коллективного мозга". До сих пор в возникновении культуры доминировала экология индивидуально постигаемых готовых идей. Однако можно ожидать, что в будущем важную роль будут играть флуктуации более высокого индивидуального сознания.

Часть третья. Самопревращение: к системной теории эволюции. Здесь обобщаются те принципы, которые, как было показано во второй части, лежат в основе истории эволюции. Представлены несколько возможных подходов к развитию будущей Общей Теории Динамических Систем.

В главе 10 "Циркулярные процессы жизни" мы рассматриваем характерную циклическую организацию самоорганизующихся диссипативных систем. Обобщенная схема ставит характеристики генерирования трансформирующих циклов и циклов каталитических реакций, а также каталитических гиперциклов в соответствии с характеристиками их вырождения и диффузии. При этом получают иерархические уровни, которые через автопоэзис выходят из состояния равновесия на экспоненциальный и гиперболический рост. Во многих природных явлениях самоорганизации, охватывающих широкий спектр от химической и биологической эволюции до экологических и экономических систем и популяционного роста, важную роль играют гиперциклы, связывающие автокаталитические "модули" в циклические структуры. Циклическая организация системы может развиваться сама, если автокаталитические участники системы подвергнутся мутации или в игру вступят новые процессы. Козволюция участников гиперцикла приводит к понятию ультрацикла, который обычно лежит в основе любого процесса обучения.

В главе 11 "Коммуникация и морфогенез" предпринята попытка дать обзор трех основных фаз коэволюции микро- и макрокосма: космической, химической / биологической / социобиологической / экологической и социокультурной эволюций. Эти факты можно охарактеризовать различными типами коммуникационного действия и взаимодействия. Существенно новая отличительная особенность возникает в характеристиках социобиологической и социокультурной эволюции. Первая основана на метаболических процессах, в которых доминирует коллектив, в то время как во второй эти отношения присутствуют в "перевернутом" виде. С эволюцией само-refлексирующего разума человек становится носителем социальных и культурных изменений, а также интеллектуальных структур макромира. Человек измышляет, пла-

нирует и претворяет в реальность не только новый мир технологических равновесных систем, но и автопоэтические структуры своего собственного социального и культурного мира. Можно сказать, что человек вступает в коэволюцию с самим собой. Таким образом, в самоорганизации человеческого мира играют роль как социобиологические, так и социокультурные процессы. Последние доминируют до тех пор, пока они способны свободно развиваться. Можно ожидать, что по мере возрастания скорости коммуникации в расширенных и даже мировых системах человеческой жизни они будут все более доминировать.

В главе 12 "Эволюция эволюционных процессов" прослеживается взаимосвязь между ветвями биологической и социокультурной эволюции на всем ее протяжении от диссипативных структур до саморефлексирующего разума. Последний этап эволюции характеризуется передачей и использованием информации в смысле сохранения прошлого опыта. Особое значение здесь приобретает селективное и синхронизованное восстановление с помощью диссипативных процессов (т.е. с помощью жизненных процессов, соответствующих семантическому, или смысловому, контексту) законсервированной (т.е. генетической) информации. Другим важным элементом является холистическая память системы, проявляющаяся уже в химических диссипативных структурах. Она открывает перед системой возможность установления обратной связи с ее истоками и тем самым - с полным опытом своей эволюции. Таким образом системе предоставляется путеводная нить для некоторого самоопределения в пути, по которому пойдет ее эволюция. Если выход автопоэтической структуры есть в то же время вход для другого уровня автопоэтического существования, то становится возможным самотрансцензус, выход системы за рамки собственной динамики. Стало быть, эволюция сложных форм жизни, а также эволюция умственных способностей предстают перед нами в виде эволюции эволюционных процессов, или метаэволюции, связывающей автопоэтические уровни в единую непрерывную цепь.

В главе 13 "Установление временной и пространственной связи" развивается мысль о том, что одним из важных результатов эволюции следует считать усиливающуюся автопоэтическую жизнь в настоящем посредством включения в него опыта прошлого и ожиданий будущего. Биологическая эволюция дает возможность использовать в настоящем опыт всего биологического типа, начиная от образования первых биомолекул. Освобождение ментальной реальности, нашего внутреннего мира от реальности внешней делает наши представления о будущем, наши планы действенным элементом настоящего. В известном смысле Вселенная все более концентрируется в индивиду, а индивид во все большей мере несет ответственность за ту Вселенную, в которой он живет.

В главе 14 "Динамика многоуровневой реальности" представлены некоторые результаты эволюции. В частности, человек как многоуровневая реальность, в которой эволюционная цепочка автопоэтических уровней существования возникает в иерархическом порядке. Существенно, что эта иерархия не является иерархией управления, в которой информация поступает снизу наверх, а приказы отдаются сверху вниз. Каждый уровень сохраняет определенную автономию и живет своей собственной жизнью, поддерживая горизонтальные отношения со своим специфическим окружением. Органеллы внутри наших клеток, потомки древних прокариотов, занимаются своим делом - обменом энергией - в высшей степени автономно и поддерживают свои горизонтальные отношения в рамках всемирной системы Гея. Существует много уровней самоорганизующихся систем клеточных популяций, например нейронные системы, генерирующие ритм моторной деятельности и обеспечивающие перцепцию и апперцепцию окружающей среды. Рак, например, можно понимать как динамический режим клеточной популяции. Каждая из таких самоорганизующихся клеточных систем координируется с более высоким уровнем, откуда она либо тормозится, либо активизируется, либо то и другое попеременно. Разум индивида представляет те уровни координации, которые относятся ко всему организму. Но человек не "выше" других организмов - в том смысле, что он не стоит на более высоком уровне. Скорее

Человек живет на большем числе уровней, нежели те формы жизни, которые появились в ходе эволюции раньше. Мы несем в себе всю эволюцию, но она оркестрована полнее и богаче, чем в менее сложных формах жизни.

Часть четвертая. Созидание: самоорганизация и мир человека. Цель этой части - изложить на протяжении пяти коротких глав некоторые из перспектив, открывающихся перед миром человека в свете современного, ориентированного на процессы мышления. Возможность истинного творчества мы усматриваем в преодолении дуализма, отделяющего создаваемое от создателя.

В главе 15 "Эволюция - революция" обнаруживается глубокая дилемма, перед которой ставит человеческий мир принцип "порядок через флуктуацию". По мере того как связи между подсистемами вследствие прогресса технологии коммуникации и транспорта становятся все более гибкими, усиливается метастабильность политических, социальных и экономических систем. Но именно это увеличивает возможность того, что флуктуации будут все более возрастать и могут достичь опасного уровня. Некоторые флуктуации потенциально разрушительных сил, например ядерный арсенал, мы подготовили сами. Масштабные преобразования социальной и культурной организации прежде объяснялись посредством простой схемы четко выраженных квантовых скачков. На современном уровне, включающем в себя способность к саморефлексии и предвидению, эта схема модифицировалась. Монолитная идея культуры начала растворяться в культурном плюрализме, который может открыть возможность более плавных, или "скользящих", переходов. Предпосылкой такого рода неструктивных переходов явилось бы усиление автономии подсистем.

В главе 16 "Этика, мораль и управление в системе" обсуждаются возможности создания предпосылок такой культуры. Этика есть не что иное, как код поведения, находящийся в гармонии с эволюцией, а мораль воплощает в себе жизненный опыт такой гармонизации. В многоуровневой реальности этика также многоуровневая. Она очень сложна, поскольку в человеческом мире индивид разделяет с другими ответственность за общество и культуру, которые в конечном счете являются его творениями. Задача состоит в том, чтобы найти сочетание индивидуальных этик с этикой системы в целом и общей этикой всей эволюции. Подход на основе многоуровневых систем, по-видимому, указывает на возможность достичь согласия между гибким долговременным планированием и эволюционной динамикой.

Глава 17 "Энергия, экономика и технология" начинается с указания на то, что современная энергетическая технология представляет собой использование запасов энергии, созданных на далеко отстоящих от нашего времени фазах эволюции. Подобное использование энергии есть элемент связи времен. Так как на социокультурной фазе эволюции человек воссоздает мир не только мысленно, но и в физических конструкциях, устанавливаемые временные и пространственные связи простираются в физический мир. В отличие от этого существует возможность автопоэзиса, основанного на циркулярных процессах, в частности на использовании потока солнечной энергии и на экономике с повторным использованием технологических отходов. Возможно, взаимопроникновение автопоэзиса и эволюции произойдет в ближайшем будущем человечества. Эволюция, или открытие новых "ниш", возможна как во внутреннем, так и во внешнем смысле - например, посредством колонизации внеземных объектов. Но, как бы то ни было, внутренняя эволюция человеческого сознания сохраняет первостепенное значение.

В 18 главе "Процесс созидания" более подробно рассмотрены самоорганизующиеся системы, которые возникают во внутреннем мире человека и действуют вне его. Те художники в широком смысле слова, которые одновременно являются теоретиками своего искусства, начинают открывать самоорганизацию в произведениях своего собственного искусства - динамику, которая следует правилам открытости, неравновесности и автокатализа, справедливым и для физической самоорганизации. То же самое следует сказать и относительно эволюционирующих структур науки. Креативный процесс, вероятно, наиболее наглядно описывается с помощью модели,

называемой "вращающаяся сцена сознания". Эта модель предоставляет два одинаково реальных пути к более высоким, существующим в воображении уровням сознания - экстазу и медитации. Но креативный процесс состоит не только в восприятии того, что подсказывает воображение, но и в воплощении воображаемого в материальные формы. Поэтому креативный процесс зависит от многоуровневого, богато оркестрованного сознания, динамического режима, в котором могут звучать в унисон многие уровни.

Глава 19 "Измерения открытости" подводит итог тем следствиям пространственно-временных связей, которые обнаруживаются на современной фазе эволюции человека и человечества. Последствия выходят за границы одного исторического периода. В саморефлексии мы можем воспринимать эволюцию непосредственно, а также через генеалогическое дерево и корни системы. Но только образ корневища, которому наиболее полно соответствует понятие диссипативной структуры, показывает, как опыт всей совокупности эволюции может быть использован в настоящем. Однако опыт такого рода не имеет характера последовательности, а образует ассоциативные паттерны. Именно так обретают наглядность осмысленные связи, разбросанные по времени и пространству.

В заключительной части, которая называется "Эпилог: смысл", мы вновь возвращаемся к центральной теме взаимосвязи человека и развивающейся Вселенной. Для мира, который создает сам себя, идея божественного начала не является внешней, она входит в общность самоорганизующейся динамики на всех уровнях и во всех измерениях. Эта самоорганизующаяся динамика в первых главах книги была отождествлена с разумом. Поэтому Бог - не Творец, а Разум Вселенной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Jouvenel B. de.* L'Art de la conjecture. Monaco, 1964.
2. *Gabor D.* Inventing the Future. London, 1963.
3. *Turnbull C.* The Mountain People. New York, 1972.
4. *Bertalanffy L. von.* General System Theory: Foundation, Development, Application. New York, 1968.
5. *Laszlo E.* Introduction to Systems Philosophy: Toward a New Paradigm of Contemporary Thought. New York, 1972.
6. *Whitehead A.N.* Process and Reality. New York, 1969.
7. *Smuts J.Ch.* Holism and Evolution. New York, 1967.
8. *Waddington C.H.* The Evolution of an Evolutionist. Edinburgh, 1975.
9. *Nicolis G., Prigogine I.* Self-Organization in Nonequilibrium Systems: From Dissipative Structures to Order Through Fluctuations. New York, 1977. (Рус. пер.: *Николис Г., Пригожин И.* Самоорганизация в неравновесных системах. От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. М., 1979.)
10. *Foerster H. von.* On Constructing a Reality / Design, Research. Preiser W.F.E. (ed.). Vol. II. Stroudsburg, 1973.
11. *Varela F., Maturana H.R., Uribe R.* Autopoiesis: the Organization of Living Systems, its Characterization and a Model // *Biosystems*. 1974. 5.
12. *Varela F.J.* A Calculus of Self-Reference // *Journal of General System*. 1975. 2, 5.
13. *Pribram K.* Languages of the Brain. New York, 1971.
14. *Fischer R.* Transformation of Consciousness. A Cartography // *Confinia Psychiatria*. 1975. 18, 1976. 19.
15. *Monod J.* Chance and Necessity. New York, 1971.
16. *Kuhn H.* Modelbetrachtung zur Frage der Entstehung des Lebens // *Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft*, 1973.
17. *Prigogine I., Nicolis G., Babloyantz A.* Thermodynamics of evolution // *Physics Today*. 1972. 23.
18. *Eigen M.* Self-Organization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules // *Naturwissenschaften*. 1971. 58.

19. *Eigen M., Schuster P.* The Hypercycle: a Principle of Natural Self-Organization // *Naturwissenschaften*. 1978. 65. (Рус. пер.: *Эйген М., Шустер П.* Гиперцикл. Принципы самоорганизации макромолекул. М., 1982.)
20. *Eigen M., Winkler R.* Das Spiel: Naturgesetze steuern den Zufall. Мюнchen-Зьрих, 1975. (Рус. пер.: *Эйген М., Винклер Р.* Игра жизни. М., 1979.)
21. *Jantsch E.* Design for Evolution: Self-Organization and Planning in the Life of Human Systems. New York, 1975.
22. *Prigogine I.* Order Through Fluctuation: Self-Organization and Social System / Evolution and Consciousness: Human System in Transition. Jantsch E., Waddington H. (eds.). Massachusetts, 1976.
23. *Haken H.* Synergetics: Nonequilibrium Phase Transition and Self-Organization in Physics, Chemistry and Biology. Berlin-New York, 1977. (Рус. пер.: *Хакен Г.* Синергетика. М., 1980.)
24. *Margulis K., Lovelock J.* Biological Modulation of the Earth's Atmosphere // *Icarus*. 1974. 21.
25. *Biedl R.* Die Strategie der Genesis: Naturgeschichte der realen Welt. Мюнchen-Зьрих, 1976.

© Перевод с английского Ю. Данилова, 1999