

Серия «УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ»

Серия основана в 2001 году

Л.Г. Мельник

ТАЙНЫ РАЗВИТИЯ

(не очень серьезная книга об очень серьезном)



Сумы
«Университетская книга»
2005

УДК 502/504
ББК 20.1
М 48

Рецензенты:

А.А. Борисенко, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой промышленной электроники Сумского государственного университета, г. Сумы;

И.К. Быстряков, доктор экономических наук, заведующий отделом рационального использования и охраны земельных ресурсов Совета по изучению производительных сил Украины НАН Украины, г. Киев;

В.Н. Тарасевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической теории Национальной металлургической академии, г. Днепропетровск.

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может переиздаваться или распространяться в любой форме и любыми средствами, электронными или механическими, включая фотокопирование, звукозапись, любые запоминающие устройства и систему поиска информации, без письменного разрешения правообладателя.

Мельник Л.Г.

М 48 Тайны развития (не очень серьезная книга об очень серьезном). – Сумы : Университетская книга, 2005. – 378 с.

ISBN 978-966-680-201-5

На основе научно проверенных фактов о процессах и явлениях в неживой природе, биосфере и обществе исследуется феномен развития открытых стационарных систем. Изучаются факторы и механизмы развития. Рассматриваются закономерности развития систем как единого процесса эволюции природы. Исследуется феномен триединства энергетического, информационного и синергетического начал как основы креативной функции природы. Анализируются предпосылки прогрессивного развития естественных и социально-экономических систем.

Книга иллюстрирована схемами, карикатурами, а также нравоучительными рассуждениями.

Для широкого круга читателей. Может быть использована как учебное пособие при изучении жизни.

УДК 502/504
ББК 20.1

ISBN 978-966-680-201-5

© Мельник Л.Г., 2005

© ООО «ИТД «Университетская книга», 2005

*Студентам,
преподавателям
и просто гражданам г. Сумы,
отстоявшим летом 2004 года
свободу трех университетов
города, посвящается*

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	11
----------------	----

Часть I

ПРИКАСАЯСЬ К ТАЙНАМ МИРОЗДАНИЯ

Глава 1. О системах и развитии	16
Строительный материал мироздания	17
Что мы имеем ввиду, говоря о развитии	24
Глава 2. О порядке и хаосе	28
Два условия порядка	29
Открытость системы	33
О стационарности и гомеостазе	35
Глава 3. Начало начал	41
Сущностные начала природы, или Чему учит учение о Троице	42
О тайнах и таинствах первооснов	44
Тайны синергии	47
Креативность природы и природа креативности, или Четвертое таинство природы	51
«Динамическая матрешка» природы	55
Глава 4. Об основах природы и ее саморазвитии	62
Развитие синергетики и синергетика о саморазвитии систем	63
У истоков саморазвития материи	68
Материальная субстанция	70
Энергия	72
Информация	73
Природа неоднородности	75
Тайны «первой частицы»	77
Глава 5. Саморазвитие: разрушая созидай	82
От простого к сложному	83
Дивергенция или конвергенция?	85
Что естественнее: разрушение или созидание?	87

Добро и Зло в физических терминах	92
Навстречу чему открыты открытые стационарные системы?	93

Глава 6. Постигаая «логику» развития природы	96
У истоков памяти и информации	97
Предпосылки развития	102
Формирование энергетической основы развития	103
Проблемы и ловушки стационарности	107
Коммуникация – важнейшее условие синергии	111
Многообразии природы как ее свойство и предпосылка развития	112

Часть II

СЕКРЕТЫ МЕХАНИЗМОВ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ

Глава 7. Механизмы устойчивости систем	116
Анатомия системы	117
«Круг обязанностей» системы	120
Механизмы обратной связи	123
Зачем системе отрицательная обратная связь	124
Зачем нужны механизмы положительной обратной связи	134

Глава 8. Факторы изменяемости систем	139
Ключевая триада изменяемости: изменчивость, наследственность, отбор	140
Изменчивость	140
Наследственность	143
Отбор	144
Критерий отбора	146

Глава 9. Трансформационные механизмы	149
Многовариантность – основа трансформации системы	150
Два способа трансформации систем	151
«Чудеса» бифуркационных механизмов	154
Трансформационные механизмы в живых системах	156
Роль человека в развитии трансформационных механизмов	156
О волнах и нелинейности поведения систем	159
О многовариантности и катастрофах в жизни систем	162
Об устойчивости и неустойчивости системы	163

Глава 10. Память системы	166
Зачем нужна память?	167
Роль памяти в эффективности системы	168
О ловушках «короткой» памяти	171

О памяти и развитии, или Без чего не бывает развития	173
Эволюция систем памяти	175
Социальная память	180
Искусственные виды памяти	183

Часть III

ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ

Глава 11. Энергетический базис развития	190
Энергия, движение, работа	191
Оказывается, энергия может быть разной по качеству	195
Почему связанная энергия названа свободной	196
Энергетический баланс системы	199
Глава 12. Энергетика развития систем	204
Энергетика живого организма	205
Энергетика экосистемы	206
«Энергетика» фирмы	211
«Энергетика» государства	215
Глава 13. Информация и развитие	219
Реальность информационной реальности	220
Нематериальность и материальность информации	225
Уровни информационной реальности	228
Функции информационной реальности, или Еще раз	
о первооснове	233
Основа тела и души	236
Ресурс и продукт	238
Связующее и мотивационное начало	239
Глава 14. Информатика процессов развития	244
Вероятностные истоки свободы природы	245
О вероятностной научной революции	247
Энергия и энтропия – претензии на престол(?)	250
О вероятностном «мостике» между энтропией и информацией	
и демоне Максвелла	256
Откуда берется информация	259
Глава 15. Энергоэнтропийные основы развития	269
Об отрицательной энтропии и законах энергоэнтропики	270
Еще раз о балансе: на этот раз – энергоэнтропийном	274
Что говорит энергоэнтропийный баланс о порядке	
и беспорядке?	276
За порядок нужно платить	279

Синонимичны ли термины «динамическая система» и «изменяющаяся система»?	281
--	-----

Глава 16. Чему учит энергоэнтропийный баланс	284
Большого результата можно достичь меньшими затратами	285
Можно ли смекалкой заменить ресурсы?	287
Все связано со всем	290
Терпение и труд все перетрут	291
Система развивается тем быстрее, чем она динамичнее	292

Глава 17. Удивительная связь энергии и информации	297
Еще раз об энергоинформационном единстве, или Почему новое поколение должно быть умнее предыдущего ...	298
Может ли энергия управлять энергией в роли информации?	301
«Произведение силы на ум есть величина постоянная».	
Оказывается, закон действительно существует (!)	304
Об информативности ресурсов, или Почему воровать – нехорошо .	307
О многоспектральном информационном зрении и о том, как Хрущев перехитрил американцев	309
Почему деньги – самый дешевый ресурс?	311
Еще раз о критерии отбора и о многоспектральном зрении экономиста	314

Часть IV

НА ПОРОГЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

Глава 18. Ключи к информационному обществу	318
Предвидеть, чтобы управлять	319
Революция информационной революции	321
К чему нужно готовиться на пороге информационного общества ...	323
О нелинейной логике и падающих с неба камнях	324

Глава 19. Стратегия и тактика управления в информационном обществе	332
Стратегия инновационной экспансии, или Обгонять не догоняя ...	333
Об Украине и стратегии «догоняющего лидера»	336
Используя энергию позитива, или Что предвосхитила Библия	338
Существует ли Закон Любви в экономике?	342
О бифуркациях, тендере и не только... ..	347

Глава 20. Социальная память	350
Что помнит общество	351
«В книге можно вычитать не больше того, что знаешь»	354
Вспоминая о будущем... Украины	356

Глава 21. О децентрализации и эгоцентризме	361
Сам себе начальник	362
Центр – везде, периферия – нигде	363
Почему нельзя улучшить директивное управление, или Информационный предел командной экономики	368
Послесловие к разделу и книге, или Пять уроков природы, помогающих обеспечить прогрессивное развитие	370
Литература	374

ВВЕДЕНИЕ

Последние годы в обществе заметно обострилось внимание к различного рода чудесам. Газеты пестрят сообщениями об удивительных явлениях полтергейста, о мистике, астрале. На телеканалах дают бесконечные консультации специалисты белой и черной магии. Печатаются астрологические прогнозы. Любители и ученые всерьез пытаются комментировать все это, а заодно и свидетельства очевидцев НЛО, контактеров с инопланетянами либо обитателями параллельных цивилизаций, общавшихся со снежным человеком и другими экзотическими существами.

Сразу скажем, что всего этого нет в данной книге, хотя не исключено, что где-то что-то из этого может происходить.

И все же менее эта книга о чудесах и тайнах. Они не менее удивительны, ибо из разряда тех фактов, что называют «очевидным невероятным». И происходят не по воле мистических «барабашек» или спонтанных всплесков энергии загадочных патогенных зон, но в силу законов природы, с неотвратимой неизбежностью заставляющих чудо повторяться вновь и вновь в каждом уголке мироздания и в каждом мгновении нашей жизни. Чудо – которое всегда с тобой! Его очевидцем может стать каждый, кто научится быть любознательным и стремиться изведать глубины явлений природы.

Как ни парадоксально, не видеть в природе *невероятное* во многом мешает наша привычка не замечать *очевидное*. В ряду наиболее загадочных «секретов» природы прежде всего следует назвать три ее фундаментальных таинства: *движение, память и синергию*.

Со времен торжества диалектического материализма мы уяснили аксиому, что материя всегда находится в *движении*. Вот только никто не смог назвать источника энергии. А ведь без него не возможен никакой вид движения. Движение без

источника энергии почему-то никого из ортодоксальных материалистов не удивляет. Не менее загадочна *память* природы, благодаря которой природа умудряется «помнить» и соблюдать все свои законы и константы. Где записана информация о них? Как она считывается творениями природы?

Явление *синергии* в природе можно отнести к самым «свежим» научным сенсациям. Оно составляет фундаментальную основу материального мироздания. Между тем человечество смогло разглядеть и хоть как-то объяснить этот феномен лишь в последние десятилетия минувшего века. Причем менее таинственным он от этого не стал. Суть явления заключается в том, что любой материальный объект может возникнуть лишь в том случае, если все те компоненты, из которых он состоит (частицы при создании атома, атомы при формировании молекул, молекулы при построении клетки и т.д.), проявят свойства согласованного (кооперативного) поведения. Последнее же требует, чтобы эти компоненты вели себя, как живые: во-первых, реагировали на изменение условий внешней среды, во-вторых, поддерживали информационную связь между собой. Приходится признавать наличие своеобразного языка на всех уровнях мироздания. Каждая из сущностей природы должна не только понимать его, но и уметь на нем «разговаривать». Кстати, такой язык – малые токи – уже инструментально обнаружен на уровне клеток.

Говоря о разных уровнях мироздания (например, клеточном, молекулярном, атомарном и т.д.), мы мало задумываемся над тем, что все они существуют в каждом из нас. Все мы представляем собой «динамические матрешки». И никто не может до конца определить глубину подобной «матрешки», объяснить механизм синхронизации деятельности разных уровней. Да и вряд ли кто-то с определенностью сможет сказать, в какой степени упомянутый верхний уровень «матрешки» (т.е. каждого из нас) можно считать действительно верхним, и что происходит над ним.

Подобных вопросов и загадок в книге множество, и мы не станем их все анонсировать. Тем более, что автор сам не знает ответов и отгадок на большинство из них (неизвестно, знает ли их кто-либо вообще).

Вместе с тем автор тешит себя надеждой, что знакомство с данной книгой поможет кому-нибудь приоткрыть хотя бы одну из тайн мироздания, и тогда автор вместе с другими узнает из газет и телевидения отгадку очередного секрета природы.

Данная книга является популярным, как сейчас принято говорить, «римейком» (а по-русски – переработкой) двух предыдущих книг автора: монографии «Фундаментальные основы развития» и учебника «Информационная экономика».

Работу над книгой автор начал летом 2004 года на «баррикадах», когда он вместе с другими сумчанами отстаивал независимость трех университетов города.

Как известно, эта изнурительная борьба в палаточном городке завершилась успехом после марш-броска студентов на Киев: Президент Л. Кучма 10 августа подписал Указ об отмене своего предыдущего Указа о слиянии трех университетов (а фактически, их ликвидации и разборке на «донорские органы» университетских структур и оснащения). Таким образом, участники протеста смогли прийти к победе, хотя им и пришлось преодолеть колоссальный пресс властей, включая информационные атаки на протестующих студентов и преподавателей. В частности, в одной из распространяемых листовок автор смог прочесть о себе такие слова: «...ученый, над книгами которого смеется весь мир». Придерживаясь принципа, что ни одна хорошая идея не должна пропасть зря, автор решил выпустить если не веселую, то, по крайней мере, не очень скучную книгу с надеждой, что пусть и не весь мир, но хотя бы некоторые читатели задумаются, а может, и улыбнутся над книгой...

Реализовать замысел автору помог его коллега, а в свободное от работы время – замечательный карикатурист Михаил Волов, лауреат нескольких фестивалей карикатуристов. Он воплотил в графическую форму ключевые идеи автора. В конце книги, кстати, помещены три сольные работы М. Волова времен «сумской университетской революции».

Несколько слов о том, как читать книгу. Правило очень простое: не читать подряд от начала до конца – это скучно! Лучше всего начинать с карикатур. Если не понравится – отложить в сторону... Если Вас что-то заинтересовало, попробуйте почитать книгу, открыв ее наугад на любой странице...

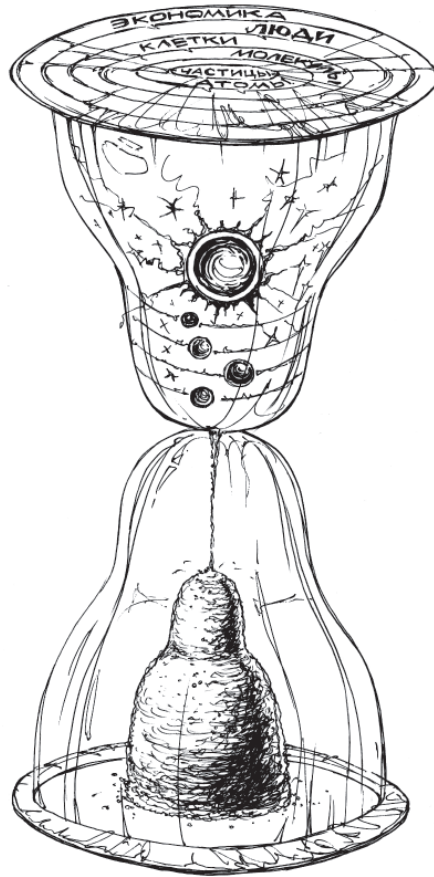
Заканчивая работу над книгой, автор с теплотой вспоминает о своих «соратниках» по университетской революции в г. Сумы, особенно преклоняясь перед самоотверженностью студентов и их родителей, которые своими душами преградили путь интеллектуальному геноциду Украины.

Автор признателен рецензентам и всем тем, кто каверзными вопросами способствовал доведению книги до читабельного вида, а также благодарит тех, кто помог в работе над книгой.

Часть I

**ПРИКАСАЯСЬ
К ТАЙНАМ
МИРОЗДАНИЯ**





Глава 1

О системах и развитии



Строительный материал мироздания

Представим себе, что школьный учитель вместо привычного «мир состоит из *молекул* и *атомов*» вдруг произнесет загадочную фразу: «мир состоит из *открытых стационарных систем*». Впрочем, загадочной она может казаться лишь на взгляд нынешних школьников. Будущие же их сверстники, думается, будут хорошо знакомы с этой терминологией.

В том, что рано или поздно будущим школярам придется осваивать новую терминологию, можно не сомневаться. Во-первых, потому, что она позволяет заглянуть в глубины уже привычных понятий. А во-вторых, потому, что без нее не объяснить смысл феномена *развитие*. Проблема его устойчивости превратилась для современного человечества в жизненно важную задачу выживаемости, которую придется решать в жизни тем, кто сегодня сидит за партой.

Понятия *развитие* и *система* так же неразрывны, как слова *биография* и *имя* (того, чья эта биография). Собственно, история развития любой системы и есть ее биография.

Говоря о *развитии*, мы однозначно подразумеваем *систему*. Ведь развиваться может только что-то, способное к развитию. Такой способностью могут обладать только системы. Справедливо и другое: говоря о природной системе, мы уже предполагаем ее развитие. Потому что природные системы не могут не развиваться. Ведь развитие является их неотъемлемым свойством. Ведь развитие – это движение, а природа не может быть без движения ни одного мига своего существования. Источник этого движения – это величайшая тайна природы и главный секрет развития систем.

Что же такое *открытые стационарные системы*? Ответить на этот вопрос и очень просто, и бесконечно сложно. Просто – потому, что все, что нас окружает (те же молекулы и атомы), принадлежит к классу открытых стационарных систем. Бесконечно сложно – потому, что природа их уводит за горизонт познаваемости человеческим разумом (в чем нам еще предстоит убедиться).

Открытые стационарные системы – три слова и единая триада неразрывных понятий, каждое из которых неотделимо от двух других. В этой триаде скрыты тайны мироздания, дарящего нам бесконечное многообразие природных форм и явлений. Три слова, каждое из которых само таит в себе глубинные тайны природы. Эти тайны постигаемы, но не постижимы. Они непостижимы, ибо невозможно постичь бесконечность – а мир бесконечен в своем многообразии. Они постигаемы, ибо бесконечным может быть и сам процесс постижения природой самой себя. Ведь человек – это тоже часть природы, конечный как материальное тело и бесконечный как информационная сущность. Одной из миссий его и есть постижение развития природы, что в конечном счете означает исследование открытых стационарных систем. Начнем с последнего слова.

Что такое система

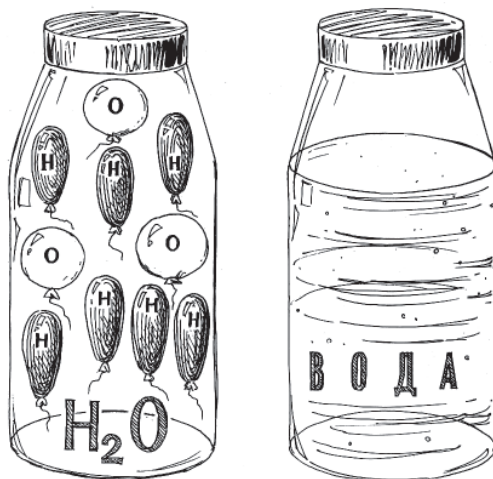
Система – это совокупность отдельных частей, объединенных в целое, рождающее некое новое качество, которого не было у частей, из которых состоит система. Иными словами, система может обладать свойствами, которые нельзя отыскать у ее частей. Это значит, что систему в целом нельзя понять, препарировав ее либо изучая свойства ее отдельных компонентов.

Действительно:

- вода обладает удивительными свойствами, которых нет ни у водорода, ни у кислорода, образующих воду;
- автомобиль, возможно, и сможет передвигаться без каких-то своих запчастей, но ни одна запчасть не сможет выполнить функцию автомобиля в целом;
- все виды млекопитающих имеют стандартный набор органов, но неповторимо различаются своими формами и функциями. Это значит, что схожие компоненты могут образовывать совершенно различные системы;

- даже почти неразличимые физически близнецы могут иметь совершенно различные личностные качества.

Теперь понятно, почему древние философы определяли систему как *целое, большее суммы его частей*. Еще проще определили систему современные экономисты: $2 + 2 = 5$. Но откуда берется в системе прирост качества? Иными словами, как возникает это мистическое различие между *целым* и *суммой частей системы*?



Система – это целое, большее суммы его частей.

Все материальные системы в действительности имеют двойную природу: они столь же *информационны*, сколь и *материальны*. Ведь именно информационная программа взаимодействия в пространстве и времени материальных частей объединяет их в систему. Следовательно, именно информационная сущность придает системе неповторимый облик и фактически делает систему системой, формируя ее из стандартных материальных блоков.

Но если количество *материального* (суммы составных компонентов) при образовании системы не изменяется, а качество единого целого возрастает, значит, этот прирост происходит за счет роста в системе *информации*. Это она может превратить одно и то

же количество атомов углерода в сверкающий *алмаз* (природный эталон твердости) либо в абсолютно черный *графит* (одно из наиболее мягких веществ). Это благодаря *информации* гряда строительных материалов обретает новое качество, превращаясь в многофункциональное здание, а из бесформенной биомассы яйца вдруг появляется живое чудо природы – цыпленок.

Между двумя последними примерами существенное различие. Здание – пример системы, созданной трудом человека. Оно не способно саморазвиваться. Иное дело – вылупившийся из яйца цыпленок. Это *природная система*, возникшая в ходе эволюции природы. Она сама – продукт саморазвития природы, и в ней заложена способность к дальнейшему саморазвитию. В этом реализуется божественный дар природы к самосовершенствованию. Все, что есть в мире, включая нас самих, – результат саморазвития природных систем.

Развитие природы происходит через развитие систем, из которых она состоит. В свою очередь, развитие любой системы – это прежде всего изменение ее состояния.

Состояние системы определяется *совокупностью значений характерных для данной системы величин, называемых параметрами состояния*.

Например, состояние *механической системы* в каждый момент характеризуется значениями координат и импульсов всех материальных точек, образующих эту систему. Состояние *электромагнитного поля* характеризуется значениями напряженностей электрического и магнитного полей во всех токах поля в каждый момент времени.

Состояние *организма* характеризуется прежде всего параметрами обменных процессов, посредством которых организм осуществляет обмен с внешней средой веществом, энергией и информацией. Эти процессы, в свою очередь, связаны с внутренними параметрами самого организма: температурой, артериальным давлением, скоростью протекающих процессов и др.

Состояние *экосистемы* определяется ее структурой, количественным составом каждой экологической ниши, трофическими (пищевыми) связями, энергобалансом, пр.

Состояние *экономической системы* определяется объемом товарно-денежных потоков, проходящих через систему, балансом ее доходов-расходов, пр.

Процесс развития системы неразрывно связан с ее *изменением*. В ходе *изменения системы* происходит смена ее состояний. Иными словами можно сказать, что изменяются те параметры, которые определяют состояние системы.

Развитие как феномен

Неумолимо и объективно неизбежно раскручивается спираль *развития* материи во Вселенной и на нашей маленькой планете. Причем в масштабах планеты мы наблюдаем ускорение темпов этого развития. Еле уловимое вначале движение, почти топтание на месте, постепенно набирало темп. Все быстрее и круче становились витки этого процесса. Давайте задумаемся, от чего зависит стабильность и скорость процесса развития.

Согласно энциклопедическому определению, *развитие* – необратимое, направленное, закономерное изменение материальных (организм, экосистема, предприятие) и идеальных (язык, культура, религия) объектов. Только одновременное наличие трех указанных свойств выделяет процессы развития среди других изменений (Философский, 1983).

Развитие — это *необратимое, направленное закономерное изменение*.

Действительно, *необратимость* предохраняет систему от циклического повторения (т.е. постоянства). *Направленность* обеспечивает возможность накапливаемости изменений и возникновения нового качества:

- от нисходящего к восходящему;
- от старого к новому;
- от простого к сложному;
- от низшего к высшему;
- от случайного к необходимому.

При отсутствии *закономерности* отсутствует и развитие, а есть только хаос – бессвязный, беспричинный и бесконечный набор случайностей.

Необратимость – свойство процессов самопроизвольно протекать в определенном направлении без возможности естественного возврата в исходное состояние. Система, в которой произошли необратимые процессы, не может вернуться в исходное состояние без того, чтобы в окружающей среде не осталось каких-либо изменений.

Примечание

Наиболее ярким примером необратимых процессов является выдавливание пасты из тубика. К этому же классу явлений относятся: падение воды с водопада, остывание плиты, намагничивание железа и т.п. Вернуть в исходное состояние указанные системы можно, лишь *приложив* дополнительно энергию. Иными словами, в обратном направлении указанные процессы *самопроизвольно* протекать не могут. Выполнение же дополнительной работы неизбежно сопряжено с изменениями во внешней среде. Все необратимые процессы неравновесны, а значит, несимметричны во времени (т.е. прошлое и будущее несимметричны по отношению к настоящему).

Одной из первых точных наук, которая исследовала проблему необратимости процессов во времени, была термодинамика. Действительно, рассеяние тепла от нагретого тела необратимо. В частности, тепло, рассеянное в пространстве от нагретого утюга, уже не вернется к нему самостоятельно.

В основе существования, функционирования и развития живого вещества лежат именно необратимые, несимметричные процессы. На сегодня некоторые ученые берут смелость говорить о теоретической возможности абсолютной обратимости времени даже для уровня макромира. На что их оппоненты советуют представить мир, где бы умершие люди воскресали, становясь стариками, потом молодели, уменьшались, (т.е. «росли наоборот») оказывались в утробе матери и т.д.

Из современных научных теорий, посвященных проблеме необратимости времени (проблема «стрелы времени»), одними из наиболее значительных являются исследования лауреата Нобелевской премии И.Р. Пригожина и его последователей (см., напр.: Пригожин и др., 2000а).

Направленность предполагает способность системы изменяться в одних направлениях в большей степени, чем в других.

Может показаться, что *необратимость* и *направленность* – близкие по смыслу понятия. Но это не так. У необратимости и направленности различные функции. *Необратимость* предохраняет систему от самопроизвольного «скатывания» в прежнее состояние. *Направленность* же придает изменениям определенный вектор.

Обладая свойством необратимости, изменения системы тем не менее могут быть ненаправленными. В этом случае система обретает способность изменяться по бесчисленному множеству векторов, по каждому из которых движения будут однонаправленными, т.е. от прошлого к будущему. С другой стороны, обладая свойством направленности, изменения могут быть обратимыми (симметричными).

Примечание

Подобным образом (т.е. в равной степени одинаково по двум направлениям) может двигаться вагон, стоящий на рельсах, при условии, что последние проложены на абсолютно ровной поверхности. Направленным и при этом обратимым является движение маятника и т.д.

Необратимость в сочетании с направленностью может в значительной степени ускорить развитие системы. При этом необратимость будет закреплять происходящие изменения, не давая возможности системе вернуться в прежнее состояние. (Так альпинист, продвигаясь к вершине и закрепляясь, каждый раз страхует себя от скатывания вниз.) Направленность придает изменениям наиболее эффективный характер: предупреждает бесцельные шараханья из стороны в сторону.

Примечание

Примером того, как люди стремятся придать изменениям одновременно и необратимый и направленный характер, является обычная лейка-воронка. Во-первых, она выполняет функцию своеобразной мембраны. Хорошо пропускает жидкость в одном направлении и значительно хуже в другом. (При нехитром одностороннем запоре ее вообще можно превратить в полную мембрану.) Во-вторых, лейка направляет движение жидкости в нужном для нас направлении и значительно, часто на порядки, ускоряет протекание процессов (в данном случае - наполняемость сосудов).

Закономерность – свойство системы соответствовать определенным законам (Ожегов, 1981). В свою очередь, закон – это необходимая, существенная, постоянно повторяющаяся взаимосвязь явлений реального мира, определяющая этапы и формы процесса развития явлений природы, общества и духовной культуры (Социологический, 1998).

Закономерность обеспечивает соответствие изменений причинно-следственным связям, когда при одних и тех же обстоятельствах изменения системы будут происходить строго определенным образом, когда у одних и тех же причин при одних и тех же условиях (что существенно!) будет всегда одно и то же следствие. В качестве такого следствия может рассматриваться состояние системы. Одинаковая цепь изменений при одинаковом исходном состоянии должна приводить к одинаковому конечному состоянию.

Именно эти три свойства: *необратимость*, *направленность* и *закономерность* – могут придать изменениям системы характер *развития*. Указанные свойства являются формальными необходимыми признаками феномена развития. Но даже их наличие не дает достаточных оснований квалифицировать какой-либо процесс как развитие. В значительной степени глубина этого явления, в том числе сущность его достаточных признаков, раскрывается нашим субъективным восприятием данного понятия.

Что мы имеем ввиду, говоря о развитии

Сам термин «развитие» уже несет определенную смысловую нагрузку, сознательно или неосознанно вкладываемую в него носителями языка.

Во-первых, термин «развитие» предполагает *упорядоченность*. Хотя развитие не всегда сопряжено только лишь с прогрессивными изменениями (иногда – в чем мы убедимся ниже – оно может идти и по регрессивному, затухающему пути), тем не менее этот процесс воспринимается как своеобразный антипод деструкции, т.е. разрушения. Да, процесс может «развиваться» по неблагоприятному сценарию, что в конце концов может привести к краху системы, однако, как правило, при этом предполагается упорядоченный, а не хаотичный деструктивный процесс.

Примечание

Очень часто в термин «развитие» однозначно вкладывается понятие именно «прогрессивных изменений», как противопоставление понятию «деградация». Попробуйте, например, придумать противоположные по смыслу понятия сочетания «развивающаяся личность» и «развивающаяся экономика»... Даже не совсем почетное сочетание «развивающиеся страны», как минимум, внушает оптимизм...

Во-вторых, понятие «развитие» в значительной степени предполагает известную долю до конца не снимаемой *стохастичности* (т.е. случайности) и *неопределенности*. Это определяется главным образом тем обстоятельством, что изменения, на которых основано развитие, представляют собой пионерные процессы. Они происходят в среде, состояние которой не известно за-

ранее и зависит от взаимодействия значительного количества случайных факторов.

В третьих, «развитие» подразумевает изменения системы за счет ее *внутренней деятельности*. Не случайно глагол «развивать(ся)», как правило, употребляется с частицей «-ся».

Примечание

В том случае, когда предполагаются изменения системы за счет внешних факторов (в частности, на основе целенаправленных действий человека), используется другая терминология: «перестроить», «осуществлять действия», «изменить», «повлиять», «реализовать план» и т.д. Система же именно «развивается», реализуя собственную потенцию активности. Развиваются: живые организмы, экосистемы, отношения между людьми, экономические субъекты и т.д.

В тех редких случаях, когда глагол «развить» («развивать») используется без частицы «-ся» («развить скорость», «развить шахматные фигуры», «развить успех»), предполагается значительная степень неопределенности, создаваемой условиями внешней среды. То есть характеризуется поведение системы с более активной ролью координирующего субъекта, который находится, опять-таки, внутри нее самой.

Таким образом, процессы развития систем предполагают, в первую очередь, активную роль внутренних механизмов *самоорганизации* систем.

С учетом вышеуказанных уточнений определение развития можно сформулировать следующим образом: **развитие** – необратимое, направленное, закономерное изменение системы на основе реализации внутренне присущих ей механизмов самоорганизации.

Существует отличие между понятиями «самоорганизация» и «саморазвитие» систем.

Самоорганизация – это процесс упорядочения внутренней структуры и проходящих через систему потоков вещества, энергии и информации, обеспечиваемый механизмами регуляции самой системы (механизмы обратной связи).

Саморазвитие – внутренне необходимое самопроизвольное изменение (трансформация) системы, определяемое ее противоречиями.

Как видим из данных определений, между процессами самоорганизации и саморазвития существует определенное противоречие. Самоорганизация направлена на упорядочение системы,



что обуславливает достижение вполне определенной *устойчивости* (стабильности) системы, в то время как саморазвитие однозначно предполагает ее *изменение*. Это противоречие тем не менее носит диалектический, взаимообусловленный характер. Ведь саморазвития (а следовательно, и изменений) не может быть без самоорганизации. Именно последняя обеспечивает состояние устойчивости, при котором система способна аккумулировать энергию, необходимую для последующих ее трансформаций.

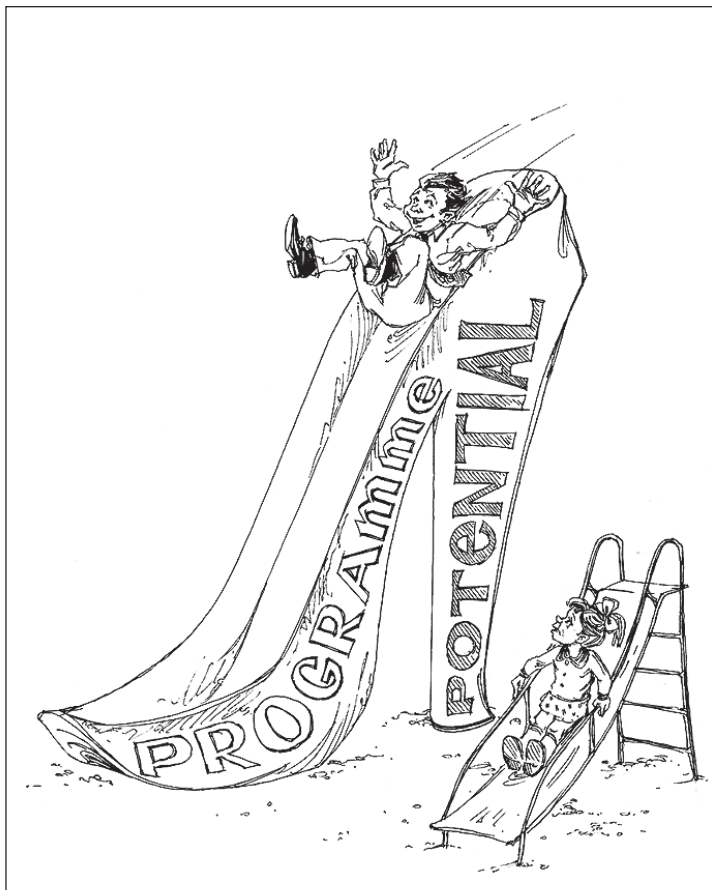
Таким образом, феномену *развития* присуща определенная противоречивость. С одной стороны, развитие предполагает способность системы сохранять устойчивость и противодействовать

изменениям – без этого не могут быть обеспечены необратимость и направленность. С другой – развитие неразрывно связано со способностью системы к трансформациям. Ведь развитие – это прежде всего изменения. О том, как природа решила эту противоречивую задачу, – в следующем разделе.

Рассмотренные теоретические положения позволяют сделать вполне прикладные выводы для нашего каждодневного поведения.

Заметки на каждый день

- *Направленность нашего развития обеспечивается выбором цели. Правильно выбранная цель - половина успеха! Древние говорили: «Проси не дождя - проси урожая».*
- *Мой учитель говорил: «Можно легко болеть - и умереть. Можно тяжело болеть - и выздороветь. Главное - конечный результат!».*
Необратимость процессов развития в нашей жизни гарантируется, наряду с прочим, неповторением ошибок. Чтобы ошибки не повторялись и мы «не наступали на грабли» много раз, нужно научиться анализировать причины неудач.
- *Развитие любой системы основано прежде всего на ее самоорганизации. Ошибочно «развивать» систему снаружи (например, приказами или директивами), если она не готова к предстоящим изменениям. Бессмысленно насильно «загонять людей в счастье». Для устойчивого изменения любой системы должны созреть ее внутренние предпосылки. Вспомним мудрого Короля из «Маленького принца» Экзюпери. Он мог приказать даже солнцу... И оно, повинувшись, всходило... Весь секрет в том, что Король каждый раз по календарю проверял время, когда нужно приказывать.*



Глава 2
О порядке и хаосе



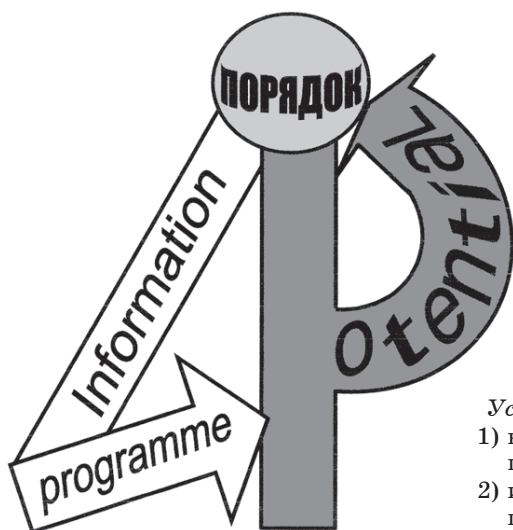
Два условия порядка

Если бы неискушенного в теоретических премудростях человека попросили дать ответ на вопрос: «Что такое развитие системы?», он бы, наверное, ответил что-то вроде: «Это повышение порядка в системе». Повышение упорядоченности – это действительно основополагающее содержание процессов развития системы.

В наше время понятия «порядок», «упорядоченность», «повышение упорядоченности» входят наряду со словом *развитие* в наш лексикон в числе наиболее употребляемых. Однако, используя в повседневной речи эти термины и схватывая интуитивно их поверхностный смысл, мы мало задумываемся над их глубинным содержанием, что немало мешает и осмыслению истинных причинно-следственных связей в происходящих процессах. Даже в энциклопедических словарях трактовки этих терминов либо отсутствуют вообще как очевидные понятия, либо характеризуют лишь внешнюю сторону явления, не затрагивая его глубинной сути (вроде «порядок – это правильное ведение дела»). Между тем упомянутые понятия являются одними из наиболее ключевых общенаучных и философских категорий, характеризующих основополагающие явления мироздания. Попробуем заглянуть в глубь лишь одного, казалось бы, наиболее очевидного, а в действительности едва ли не наименее изученного явления – *упорядоченности систем*.

Порядок, по всей вероятности, может быть определен как *наличие условий для устойчивых* (т.е. продолжающихся относительно длительный период времени) *направленных изменений*. Подобными изменениями могут быть: механическое движение, физические или химические трансформации, экономические

процессы, пр. Для нас, например, эталоном упорядоченного движения служит работа часов. Пытаясь подчеркнуть порядок в работе каких-то служб, мы говорим: «четко, как часы». Четко по расписанию могут ходить поезда, работать почта, выплачивать зарплату бухгалтерия и т.д. Но порядок связан не только с фактическими изменениями, но и с потенциально возможными.



Условия упорядоченности:

- 1) наличие энергетического потенциала;
- 2) информационная программа его реализации

Примечание

Здесь уместно, видимо, более подробно прокомментировать условия именно для потенциально возможных изменений.

Мы не постоянно (в смысле непрерывно) пользуемся электроэнергией или услугами электронной почты, Интернета. Однако постоянно существует возможность их использовать. Эту возможность (порядок) создают организованные определенным образом специальные сети и их особые физические (электромагнитные) свойства.

Мы не постоянно покупаем что-то в магазине и вряд ли непрерывно пользуемся услугами сервиса, связи. Но мы можем при необходимости пойти в магазин и приобрести необходимый нам предмет. Работники сервиса готовы выполнить наш заказ, лишь только мы к ним обратимся. А телефонная станция круглосуточно готова соединить нас с нужным абонентом. Уверенность в безотказной работе этих служб существует там, где четко действуют товарно-денежные отношения. Именно они создают *порядок* экономической системы. Это значит, что существу-

ют, как минимум, два условия: организационная структура предложения и экономический потенциал (платежеспособность) спроса. Последнее предполагает потребность (интерес) и платежеспособность покупателя (клиента).

Для возникновения в определенном месте пространства порядка необходимы два условия. Во-первых, необходимо наличие здесь энергетического *потенциала*, способного вызвать к жизни какие-либо изменения (движение). Во-вторых, эта часть пространства должна быть определенным образом информационно *организована*, чтобы придать возникшим изменениям устойчивый направленный характер.

Потенциал (от лат. *potentia* – сила) – это наличие у *определенного объекта* (точки, системы) *физико-химических свойств* (уровня высоты, давления, температурных характеристик, электромагнитной заряженности, пр.), *создающих возможность выполнить работу*. Поскольку любой объект обладает тем или иным энергетическим потенциалом, чаще всего более существенным моментом является разность потенциалов между объектами (смежными точками, системой и внешней средой, отдельными частями системного целого). Поэтому любая неравномерность, а точнее неравновесность, является движущей силой изменений.

Подробности

В результате механической разницы потенциалов (в частности, разницы в уровне высот) происходит механическое движение; следствием электрической разницы потенциалов является направленное движение электронов – электрический ток; благодаря химической разнице потенциалов протекают химические реакции, и, наконец, вследствие разницы экономических потенциалов (спрос-предложение) начинается движение потока товаров и денег.

Информационная упорядоченность – это устойчивая, организованная в пространстве и времени направленность вещественно-энергетических потоков, обеспечивающих функционирование (жизнедеятельность) системы.

Пространственная упорядоченность системы обеспечивается ее структурой. Под *структурой* (от лат. *structura* – строение, расположение, порядок) обычно понимают расположение в пространстве отдельных частей системы и совокупность устойчивых связей между ними.

Временная упорядоченность обеспечивается внутренне присущим системе своеобразным «таймером», управляющим последовательным ходом происходящих процессов.

Соответственно, *хаосом (беспорядком)* логично назвать состояние, противоположное порядку, т.е. отсутствие условий для устойчивых направленных изменений.

Это может происходить в двух случаях: во-первых, если существуют импульсы изменений (потенциал), но отсутствуют условия их упорядоченности (устойчивости и направленности). Примером является «броуновское движение». Это происходит, если вектор (направление) действия потенциала постоянно изменяется. Вторая причина хаоса – это отсутствие энергетического потенциала генерации изменений. Подобное состояние на языке физиков называется равновесным состоянием. Такая ситуация, в частности, наступает, если все части системы обретают одинаковую температуру, заряженность, химические характеристики. При отсутствии потенциалов отсутствует и движение.

Итак, *причинами хаоса* (беспорядка) являются:

- а) отсутствие информационной упорядоченности реализации энергетических потенциалов;
- б) отсутствие самих потенциалов.

Примечание

Как известно, абсолютного покоя в материальной природе не существует. Частицы всегда колеблются вокруг своей оси. Зато в физике существует понятие «абсолютный хаос». Он наступает при равномерном распределении элементарных частиц, имеющих одинаковые потенциалы. В этом случае бесплодные хаотические колебания и столкновения частиц не в состоянии вызвать к жизни какое-либо направленное движение. По иронии судьбы «абсолютный хаос» называют еще «равновесным порядком». Подобную «безжизненную упорядоченность» можно сравнить разве что с «железной дисциплиной» на кладбище, где никто никому не мешает.

Увы, наше сознание с трудом увязывает хаос с покоем, тем более с «вечным покоем», обозначающим «равновесный порядок». В нашей бурной жизни мы привыкли увязывать хаос скорее с беспредельными скоростями и движениями. Хаос – это пробки и аварии на дорогах, это потасовки на стадионах, это бессистемный шум в аудиториях. И это тоже справедливо, ведь все эти явления – первый шаг к абсолютному хаосу, означающему вечный покой, начало пути, ведущего к бессмысленной потере энергии обществом, росту его энтропии.

«Равновесный порядок» и «упорядоченное движение» – как близки по звучанию эти понятия, и как полярны по смыслу их

содержания! Первое символизирует путь деградации, второе – дорогу развития и прогресса.

Аргументы ученых

Илья Пригожин, Изабелла Стенгерс: «Что мы имеем в виду, когда говорим о порядке? Что мы имеем в виду, когда говорим о беспорядке? Наши определения порядка и беспорядка включают в себя и культурные суждения, и науку. На протяжении долгого времени турбулентность в жидкости рассматривалась как прототип беспорядка. С другой стороны, кристалл было принято считать воплощением порядка. Но теперь мы вынуждены отказаться от подобной точки зрения. Турбулентная система «упорядочена» движением двух молекул, разделенных макроскопическими расстояниями (измеряемыми в сантиметрах), которые остаются коррелированными. Верно и обратное утверждение: атомы, образующие кристалл, колеблются вокруг своих равновесных положений, причем колеблются не согласованным образом: с точки зрения мод колебаний (теплового движения) кристалл неупорядочен» (Пригожин и др., 2000а).

За миллиарды лет эволюции на Земле природа смогла выработать универсальные механизмы обеспечения порядка в системах.

Открытость системы

Любые преобразования системы требуют от нее затрат энергии. Тем более неизбежны энергетические издержки при трансформациях так называемого прогрессивного типа (т.е. от простого к сложному, от низшего к высшему и т.д.). Таким образом, в первом приближении развитие может трактоваться как процесс накопления и преобразования энергии.

Следовательно, для своего развития любая система должна «решить» две принципиальные проблемы. Во-первых, она должна где-то брать энергию. Во-вторых, она должна быть внутренне определенным образом структурирована (организована). Эта организация должна обеспечить способность накапливать, закреплять и преобразовывать энергию. Все это нужно, в конечном счете, для осуществления тех самых необратимых, направленных и закономерных изменений.

Путь решения первой проблемы очевиден. Система должна быть *открытой*, т.е. иметь обмен с внешней средой. Только оттуда система может обеспечить приток энергии. **Открытость**

системы – это ее способность осуществлять обмен – *метаболизм* – с внешней средой.

Метаболизм (от греч. *metabole* – перемена, превращение) – это обмен системы веществом, энергией и информацией с внешней средой, а также обмен между отдельными частями системы. Благодаря метаболизму система извлекает из внешней среды энергию или энергонасыщенные вещества и сбрасывает туда отходы своей деятельности (в том числе энергию и энергетически бедные вещества). Кроме того, благодаря тому же метаболизму, но уже внутри самой системы (обмен между субсистемными образованиями), происходит преобразование вещества и трансформация одних видов энергии в другие.

Цифры и факты

Метаболизм является основой жизнеобеспечения живых существ. Благодаря метаболизму происходит вся совокупность превращений в живых организмах. Они обеспечивают рост, жизнедеятельность, воспроизведение, постоянный контакт и обмен с окружающей средой. Благодаря метаболизму происходит расщепление (катаболизм) и синтез (анаболизм) молекул, входящих в состав клеточных структур и межклеточного вещества. Например, у человека половина всех тканевых белков расщепляется и строится заново в среднем в течение 80 суток, белки печени и сыворотки крови наполовину обновляются каждые 10 суток, а отдельные ферменты печени – каждые 2-4 часа.

Метаболизм непосредственно связан с процессами превращения энергии: потенциальная энергия химических связей сложных органических молекул в результате химических превращений переходит в другие виды энергии, используемой на синтез новых соединений, для поддержания структуры и функции клеток, температуры тела, совершения работы и т.д. Для каждого биологического вида характерен особый, генетически закрепленный вид метаболизма, определенный условиями существования (Биологический, 1989).

Таким образом, открытость системы и ее метаболизм формируют энергетический базис процессов развития.

Открытость системы – основа ее энергетического обеспечения.

Долгое время энергетическая функция обмена считалась единственной. Мало кто задумывался о цели существования самой системы и о глубинном содержании процессов ее развития.

Примечание

А разве это не так, если основной функцией существования системы считать процесс ее материального наращивания? Вспомним, как нас взвешивали до и после смены в пионерском лагере. Считалось, что месяц не прошел даром для ребенка, если его «привес» составил несколько сот граммов. В случае же, если прибавка превышала килограмм, пионерское лето для «счастливец» можно было считать абсолютно удавшимся. Сегодня все понимают наивность такого взгляда. Количественное увеличение любого из параметров системы не всегда означает улучшение ее качественного состояния. Это давно поняли те, кто ценой невероятных усилий сегодня борется (часто безуспешно) за то, чтобы избавиться от лишних граммов (а лучше килограммов) своего веса.

Как видим, в мировоззрении людей происходит эволюция взгляда на соотношение количества и качества в системе.

Одним из первых на эту проблему обратил внимание нобелевский лауреат Э. Шредингер, когда в своей лекции в 1944 году неожиданно заявил, что биологические существа питаются «отрицательной энтропией». Иными словами, они извлекают из внешней среды порядок и экспортируют туда беспорядок, образовавшийся в их организме. По правде говоря, даже сегодня это звучит, как минимум, непривычно, хотя и заставляет задуматься...

В чем же главная особенность взгляда ученого? А в том, что наряду с материальными компонентами процессов обмена (т.е. с веществом и энергией) он предложил учитывать также *информацию*. Ведь именно информационная характеристика системы является мерой ее упорядоченности.

О стационарности и гомеостазе

Другую проблему, связанную с внутренней структуризацией системы и ее самоорганизацией, природа решила на основе *стационарности* системы.

Стационарным состоянием в физике называют состояние систем, при котором некоторые существенные для характеристики системы величины не меняются со временем. Для рассматриваемых самоорганизующихся систем такой существенной характеристикой является уровень *гомеостаза*. Только при нем система может существовать, оставаясь тем, чем она есть.

Пример

Лишь при температуре тела, близкой 36,6°С, человек может существовать как биологический организм. Отклонение температуры тела на несколько градусов в ту или иную сторону является фатальным для открытой стационарной системы под названием «человек». Хотя пределы этих допустимых изменений у каждого организма могут быть своими особыми.

Стационарное состояние называется также *динамическим равновесием*, или *квазиравновесным состоянием*.

Примечание

Приставка «квази-» (от лат. *quasi* - якобы, как будто) - часть сложных слов, соответствующих по значению терминам «мнимый», «ненастоящий», «напоминающий» то, что подразумевается в присоединяемом слове.

Стационарное состояние, действительно, лишь внешне похоже на *равновесное*. При последнем, напомним, частицы находятся в относительном покое, и их характеристики длительное время остаются неизменными. В стационарном состоянии, хотя и достигается внешнее подобие картины - устойчивое (неизменное) состояние параметров системы, но достигается оно ни на мгновение не прекращающимся упорядоченным движением. Именно оно поддерживает устойчивую разность потенциалов: во-первых, между системой и средой; во-вторых, между отдельными частями самой системы. Основное же различие равновесного и стационарного (квазиравновесного) состояния системы заключается в следующем. В равновесной системе *уравновешены* (по характеристикам параметров) между собой все компоненты системы. В стационарной же системе все компоненты системы находятся в состоянии устойчивого *неравновесия* друг к другу. Что же тогда в ней уравновешено? А уравновешены силы воздействия на каждый компонент системы (напр., подача и отведение тепла, повышение и падение давления, пр.). Равновесие - но динамическое. Поэтому стационарное состояние называют еще «*устойчивой неравновесностью*».

Состояние стационарности системам удается обеспечить благодаря поддержанию *гомеостаза*.

Гомеостаз (от греч. *homoios* - подобный, одинаковый и *stasis* - неподвижность, состояние) - динамическое относительное постоянство состава и свойств системы.

Гомеостаз необходим системе по двум причинам. Во-первых, отдельные составляющие звенья системы (ее подсистемы) могут функционировать лишь в относительно узком интервале своих параметров. Во-вторых (что непосредственно связано с первой причиной), для такого функционирования нужно под-

держание в относительно узких интервалах разницы потенциалов как между системой и внешней средой, так и между отдельными частями системы.

Примечание

При отклонении параметров системы от значений теоретического оптимума (это в частности, может произойти из-за изменения параметров внешней среды) эффективность функционирования системы снижается. Чем больше интервал отклонения, тем ниже эффективность. Если интервал отклонения будет увеличиваться, система неизбежно прекратит свое существование (функционирование). При этом события могут развиваться по одному из двух сценариев. Если параметры среды и системы значительно ниже значений оптимума, деятельность системы блокируется из-за недостатка энергии для поддержания функций системы. Если параметры среды и системы существенно превышают значение оптимума, система разрушится из-за перегрузки.

О том, почему это происходит, может в какой-то степени дать представление такой пример. Бытовой прибор, рассчитанный на напряжение 220 вольт, включается в сеть с напряжением: а) 110 В; б) 380 В. В первом случае прибор работать не сможет из-за недостаточного энергообеспечения. Во втором - прибор выйдет из строя. В лучшем случае, это произойдет из-за разрушения предохранительной защиты; в худшем - в результате поломки самого прибора. Почему - объяснять не приходится.

Напряжение в 220 В отражает оптимальное значение параметров внешней среды для системы под названием «прибор». Ему соответствует оптимальное внутреннее энергетическое состояние прибора. А взаимосвязь характеристик внутреннего устройства прибора (мощность двигателя, параметры обмотки его ротора, сопротивление электропроводки и т.д.) и есть то, что можно условно назвать *гомеостазом* системы «прибор». По определению (см. определение *гомеостаза*) данный гомеостаз отличается от гомеостаза стационарных самоорганизующихся систем только двумя словами (за которыми стоит глубокое существенное отличие). Во-первых, рассматриваемый гомеостаз не является *динамическим* (конечно, если эта техническая система не снабжена средствами саморегулирования и самоподстройки). Наш прибор не способен изменяться и является «застывшей» системой. Значит, и его гомеостаз не может быть динамическим. Во-вторых, по этой причине *постоянство состава и свойств системы* не может быть *относительным*. Оно *абсолютно изначально*, так как задано еще производителем прибора. Рассматриваемая система не в состоянии реагировать на изменение условий внешней среды.

Фактически свойство стационарности является тем, что делает каждую природную систему системой, придает ей неповторимость и самобытность. У каждого биологического вида есть устойчивое постоянство определенных признаков, которые

отличают его от других видов, в том числе: средние вес и рост, состав крови и др. жидкости, температура тела, пр. Вариации этих параметров отличают отдельные особи внутри вида.

Гомеостаз является феноменальным творением природы. Именно благодаря гомеостазу удастся обеспечить предпосылки необратимости и направленности течения физико-химических процессов. Роль стационарности и гомеостаза в процессах существования и развития систем хорошо прослеживается на примере живых организмов.

Собственно, гомеостаз – это то, что делает любое *целое, составленное из частей* (а именно таков изначальный смысл термина «система»), *самоорганизующейся системой*.

Стационарность и гомеостаз системы обеспечивают ее устойчивость... и самобытность.

Любое движение или изменение возможно только там, где есть *разница потенциалов*: гравитационных, физических, химических. Где существует *различие*: уровней высоты, температур, давлений, химических характеристик, электромагнитных потенциалов. Именно *неравновесность* является движущей силой любых процессов, а стало быть, изменений.

Не менее важно, чтобы эта неравновесность была устойчивой. То есть, чтобы разница потенциалов воспроизводилась постоянно. Причем важно, чтобы сами значения разницы потенциалов существенно не изменялись. Именно при таких характеристиках создаются наиболее благоприятные условия постоянства протекающих процессов, их *непрерывности, необратимости, направленности и эффективности* с точки зрения затрат энергии.

Все это в конечном счете определяет скорость течения процессов и темпы происходящих изменений. При отсутствии подобных условий, т.е. при постоянном изменении разницы потенциалов, ситуация чревата не только колебаниями темпов течения процессов, но даже полной сменой их направленности, при которой развитие блокируется вообще.

Примечание

Представим себе, что может произойти при изменении (увеличении или снижении) значения какого-либо параметра системы на определенную величину. В ус-

ловиях динамического равновесия системы (предполагает уравнивание действия различных сил) это может привести к нарушению симметричности действия сил, при которой может измениться и направленность самих процессов. Скажем, понижение уровня воды в реке может привести к тому, что в нее устремятся воды других источников. На какое-то время может измениться даже обычное направление течения реки. Впрочем, подобному следствию может предшествовать и другая причина. Известные Санкт-Петербургские наводнения были вызваны тем, что при сильных ветрах с моря скорость течения Невы замедлялась до критических значений: воды залива начинали поступать в реку, направляя вспять ее течение.

В обоих случаях исходное количественное изменение параметров системы приводило к качественному изменению результатов процессов, когда изменялся даже знак их направленности.

Стационарность предполагает выполнение триединой функции: создать *разницу потенциалов* между системой и внешней средой; постоянно *удерживать ее* на протяжении определенного времени; сохранять при этом *неизменный уровень потенциалов*.

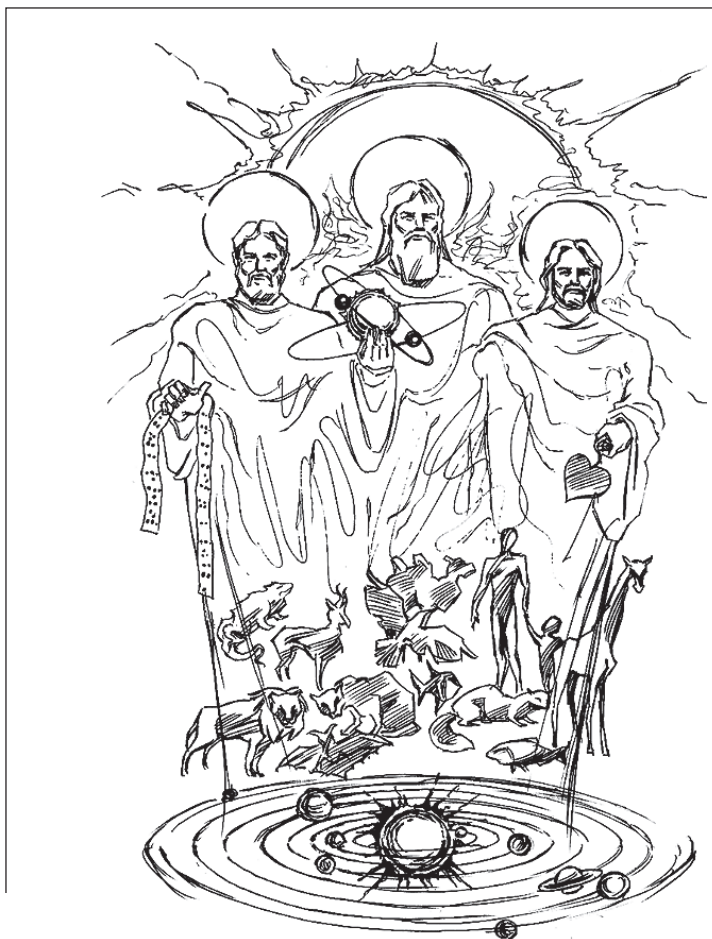
Термин «гомеостаз(ис)» предложил У. Кеннон в 1929 году для характеристики состояний и процессов, обеспечивающих устойчивость организма. Однако идея о существовании физиологических механизмов, направленных на поддержание постоянства внутренней среды организма, была высказана еще во второй половине XIX в. К. Бернаром. Он рассматривал стабильность физико-химических условий во внутренней среде как основу свободы и независимости живых организмов в непрерывно меняющейся внешней среде.

Возникновение жизни на Земле, появление одноклеточных организмов было связано с формированием и непрерывным поддержанием в клетке в течение всей жизни специфических физико-химических условий, отличающихся от условий окружающей среды. У многоклеточных организмов появляется внутренняя среда, в которой находятся клетки различных органов и тканей, происходит развитие и совершенствование механизмов *гомеостаза*. В ходе эволюции формируются специализированные органы и системы кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения и др., участвующие в поддержании *гомеостаза*.

Возникновение на Земле живых организмов, в совершенстве освоивших технику управления гомеостазом, явилось колоссальным толчком в развитии природы планеты, резко ускорившим темпы эволюционных процессов.

Заметки на каждый день

- *Какой бы блестящей ни была идея, ее реализация требует ресурсов (энергии, материальных средств, труда людей).*
- *Сколько бы ни было ресурсов, они не могут принести пользы без умной программы их использования. Древние говорили: «Нет такого богатства, которое бы нельзя было растратить попусту».*
- *Парадоксальное противоречие: Всех денег не заработаешь», однако «Можно прожить и прогулять любые деньги».*
- *Дополнительная энергия, поступающая в систему (например, дополнительные денежные средства в экономической системе), без продуманной системы реализации средств не только не принесет пользы, но способна даже нанести вред системе, в том числе разрушить систему изнутри. В экономической системе «шалые» деньги могут нарушить деятельность системы (увеличивается опасность коррупции, снижения дисциплины, пр.), вплоть до ее развала. Вопреки мнению, что деньги не бывают лишними, это, увы, не соответствует действительности.*
- *Каждой информационной системе соответствует свой оптимальный энергетический потенциал. Каждый энергетический потенциал обладает максимальной эффективностью при строго определенной информационной программе. Излишняя энергия требует своей собственной информационной программы реализации. Бесполезно на автомобиль ставить авиационный двигатель. Он предназначен для полетов, но не для передвижения по автомагистралям. Если это все же сделать, то останется только две альтернативы: а) либо новый двигатель разрушит систему, которая для него не предназначена; б) либо мы вынуждены будем автомобиль перестроить в самолет.*
- *Анекдот в тему.
Собрание в колхозе:
Повестка дня: 1) строительство сарая; 2) строительство КОММУНИЗМА.
Постановили: Так как решение первого вопроса невозможно из-за отсутствия досок и гвоздей, сразу перейти к решению второго вопроса...
Сказка ложь, да в ней намек...*



Глава 3

Начало начал



Сущностные начала природы, или Чему учит учение о Троице

Вряд ли можно судить достаточно достоверно о глубинном содержании происходящих в природе процессов. Особенно о первичных причинах, приводящих эти процессы в движение. Тайны природы всегда остаются разгаданными не до конца. Наши знания никогда не бывают абсолютно полными и завершенными. Мы можем лишь в меру своего познания судить о тех результатах, которые являет на свет природа. Именно эти продукты: от элементарных частиц и огромных галактик до человека и общественных объединений – и есть конечные на данный момент творения природы, которые, впрочем, никогда не бывают законченными. Ибо процессы созидания, в которых природа реализует свою креативную функцию, никогда не заканчиваются.

Формирование предметов и явлений природы происходит в единстве ее *сущностных начал*.

Сущностные начала природы – это исходные основы формирования всех предметов и явлений природы.

Мы можем лишь строить предположения о глубинном содержании сущностных начал. По всей вероятности, оно не постижимо в принципе. Ведь сущностные начала – это то, что лежит в основе всех процессов и явлений природы. Они являются своеобразной исходной «субстанцией» всех без исключения природных творений (как объективных, так и субъективных). Эти творения включают саму материю, связанные с ней пространство и время, а также материально-информационные формы развития природы. Последние могут выступать как в качестве объективных (виды вещественной природы), так и в качестве субъективных (например, человеческая личность) сущностей.

Сущностные начала являются первопричиной возникновения мироздания и движущей силой процессов его развития. Следовательно, сущностные начала должны были существовать до возникновения (творения) упомянутых объектов мироздания и, по всей видимости, должны оставаться после возможного прекращения существования материального мира (если такое наступит). Как видим, сущностные начала должны обладать свойствами, присущими так называемым трансцендентным силам. Главными из подобных свойств, на наш взгляд, являются два.

Во-первых, истоки сущностных начал находятся вне формируемых ими явлений и предметов природы, т.е. являются *внешними* по отношению к ним. При этом сами сущностные начала формируют глубинное содержание любых явлений и предметов мироздания.

Во-вторых, сущностные начала в принципе до конца не постижимы человеком. Человек по своей природе не может в полной мере постичь явление, которое его сформировало и, следовательно, является феноменом более высокого уровня. В этом смысле данное явление может считаться условно бесконечным по отношению к конечной природе человека.

Примечание

Здесь, видимо, уместно привести систему свойств, которые формулируются в богословской литературе (см., например: Кастальский - Бороздин и др., 2000) по отношению к Божественным Ипостасям (Сущностям), которые рассматриваются в качестве трансцендентных явлений:

- *самобытность* - независимость в своем бытии от всякой другой сущности; существование прежде всякой причины;
- *неизменяемость* - Божественная сущность неизменна в Своей природе, но ей свойственен безначальный и нескончаемый динамизм жизни;
- *вечность* - вечность не есть ни время, ни часть времени; потому она неизмерима и по отношению к началу, и по отношению к концу; будучи вневременным, Творец действует в истории, во времени;
- *вездеприсутствие* - «все отстоит от Бога, но не местом, а природой (сущностью)», - пишет святой Иоанн Дамаскин. Он пребывает повсюду, в мире вещественном и духовном;
- *внеформенность* - «Божество просто и не имеет формы», - отмечает тот же автор;
- *непостижимость* и *неименуемость* - не следует мыслить о разуме, воле, чувстве и прочих свойствах Божества как о каких-то вторичных качествах

его природы, ибо в Нем нельзя различать сущность и качества; нельзя сказать, что у Него есть разум, воля, благодать и т.д. - так как Он Сам есть разум, воля, жизнь, сила и т.д.; никакое отдельно взятое имя, ни их совокупность не могут выразить в полной мере всего богатства Божественной жизни.

По всей вероятности, человечество должно было накопить определенный опыт исследования сущностных начал. Логично предположить, что большая часть этого опыта сконцентрирована в религиозных учениях, которые главное внимание уделяли именно трансцендентным явлениям. Поэтому представляется целесообразным внимательно подойти к религиозному наследию не только с точки зрения изучения теологических постулатов либо этических принципов, но также на предмет исследования сведений общенаучного характера. В первую очередь речь идет о природе и содержании сущностных начал. Это важно еще и потому, что на протяжении длительного периода развития человечества религия выполняла функции как собственно теологического, так и научного институтов.

Согласно христианскому учению, Троица выражает отличное содержание Бога. Бог представлен единством трех Божественных Ипостасей (Сущностей): Бога Отца, Бога Сына и Бога Духа Святого. Позволим себе предположить, что взаимодействие Ипостасей Троицы отражает природу диалектики сущностных начал в процессах развития. Или иначе: природа сущностных начал есть аналог (действующая модель) реализации единства Божественных Ипостасей Троицы.

Переходя к характеристике сущностных начал природы, позволим себе предположить, что в качестве таких начал выступают: *энергетическая потенция, информационное начало и синергетический феномен*, означающий способность разрозненных частей природы самопроизвольно объединяться в структуры «с коллективным поведением».

О тайнах и таинствах первооснов

Позволим себе предположить, что аналог *Бога Отца* в явлениях природы есть исходная *потенция к движению*, которая изначально присутствует в природе. Происхождение этой потенции и является ПЕРВЫМ И ПЕРВИЧНЫМ ТАИНСТВОМ при-

роды. Первичным – потому, что это является первопричиной возникновения сущностного мира. Вполне вероятно, что исходный источник, или движущая сила данной потенции, непостижим в принципе, и в этом смысле обоснованно может быть назван божеством, не только в религиозном, но (условно) и в научном плане.

Примечание

Идеалисты называют в качестве первопричины движения Бога. Материалисты же просто констатируют факт имманентности движения, которое присуще всем формам бытия. Фактически и те, и другие признают одно и то же. Разница лишь в том, что в первом случае Бог признается абсолютно, а во втором – условно, как непознанная (а возможно, и в принципе непознаваемая) первопричина, лежащая вне явлений материального мира. Фактически в данном случае возникает необходимость признания трансцендентной силы.

Информационная основа. Информационный феномен является еще одним началом природы, и, вероятно, может рассматриваться в качестве аналога *Бога Сына* (Библейского Слова, Логоса) в явлениях природы. Как уже отмечалось, в основе формирования (возникновения, творения) всех предметов и явлений природы лежит *движение*. Природные сущности – от элементарных частиц до сложнейших биологических организмов – различаются *информационными программами* реализации этого движения.

Именно они составляют основу предметов и явлений природы. Сама *информация* рождается из различной способности природных сущностей реализовывать энергетическую потенцию природы. В этом смысле информация вторична. Она рождается из первопричины – движения. Однако способность к изменениям становится информацией, лишь будучи закреплена памятью. *Память*, вероятно, и является **ВТОРЫМ ТАИНСТВОМ** природы. *Память*, а именно способность природы фиксировать (закреплять) и устойчиво воспроизводить свои состояния (способность к движению), является таким же фундаментальным свойством природы, как и *движение*. Без памяти было бы невозможно возникновение не только жизни либо высших животных, но и таких сущностей, как частицы, атомы, молекулы, т.е. энергии и вещества.

Современная наука, проникнув в глубины материи, тем не менее бессильна ответить на вопрос: *кто* или *что* позволяет

природе *помнить* и безошибочно *воспроизводить* около 50 различных физических постоянных? Наиболее известные из них: *скорость света, элементарный заряд, масса покоя электрона, масса покоя протона, классический радиус электрона, постоянная Планка, число Авогадро, электрическая постоянная, газовая постоянная, постоянная Больцмана, гравитационная постоянная, нормальное ускорение* и другие... А еще: размеры (радиусы, объемы) и массы атомов различных химических элементов; размеры (диаметры) и массы молекул различных веществ; свойства различных веществ (например, плотность, температуры плавления и кипения, теплопроводность, электропроводность) – т.е. все то, что делает возможным существование, изменение и развитие материи.

Примечание

Для идеалистов информационная основа – это Божественный замысел (Библейское слово, Логос), который предшествовал процессам творения, рождаясь от Бога Отца.

Материалисты же не могут не признать факт непостижимого явления, которое приходится адресовать опять же к трансцендентному феномену. Таким феноменом следует признать наличие (а точнее сказать, возникновение) *памяти* у рождающихся природных структур (систем).

Информация как носитель характерных (отличительных) признаков предметов и явлений природы рождается из их различной потенции к движению (энергетической потенции). Повторимся, что эта потенция может стать информацией только в том случае, если будет закреплена памятью. Именно *память* превращает случайный импульс движения в устойчиво повторяющийся воспроизводимый системой энергетический потенциал либо совокупность энергетических потенциалов, присущих предмету или явлению. Фактически *память* – это то, что создает различные предметы и явления природы – природные сущности из одного и того же «строительного материала» – *потенции к движению*.

В человеке, благодаря такому виду памяти, как мозг, информационная сущность развилась до возникновения виртуальной формы ее проявления. Речь идет о человеческой личности, способной, во-первых, к формированию информационных образов в относительном отрыве от объективной реальности; а во вторых, к познанию природы, включая свою собственную природу.

Примечание

В научном мире принято удивляться таким загадкам природы, как генетический код и мозг. Эти творения природы действительно заслуживают удивления и восхищения. До сих пор разгаданы лишь некоторые сугубо технологические аспекты функционирования этих систем памяти. Остается загадкой, как и почему они возникли. Что является движущей силой закрепления и, главное, воспроизводства информации?

Но разве не менее удивительным является наличие памяти у природных существ добиологического уровня?! Что позволяет, например, частицам, атомам, молекулам, химическим соединениям «помнить» и безошибочно воспроизводить свои свойства: заряд, массу, орбиты частиц, состав ядер, химические и физические характеристики (температуры плавления и кипения, электро- и теплопроводности, формы кристаллов и многое другое)?

Таинством является то, что для возникновения указанных природных существ память должна была возникнуть... *раньше* их либо существовать в природе постоянно, постепенно реализуясь в ее творениях.

Тайны синергии

Явления самоорганизации сложных систем было открыто лишь во второй половине XX века. Эти явления являются предметом новой науки – синергетики, которая опирается также на сходство математических моделей, описывающих процессы самоорганизации в системах различной природы. Один из основоположников науки синергетики и автор ее названия Хакен определил ее как науку «о коллективном поведении подсистем, образующих систему». Естественно, синергетический феномен исходит из энергетической потенции (способности к движению) подсистем и реализуется в сочетании с их информационным содержанием. Кооперативность, согласованность, синергетизм, или синергетический феномен, а также нелинейность, сложность, открытость являются основой процессов самоорганизации открытых стационарных систем.

Открытие явлений самоорганизации в неживой природе (напомним, что толчком к этому послужила реакция Белоусова – Жаботинского) позволяет по-новому взглянуть на многие процессы развития природы.

Синергетический феномен, определяющий способность отдельных разрозненных частей природы (подсистем) объединяться в системы «с коллективным поведением», по всей вероятности, может рассматриваться в качестве аналога Святого Духа. Существование указанного феномена является ТРЕТЬИМ ТАИНСТВОМ природы.

Загадкой здесь является то, почему и каким образом разрозненные, в том числе неодушевленные части пространства вдруг начинают вести себя согласованно. Последнее означает такой вид поведения, как если бы указанные подсистемы, во-первых, были живыми организмами (с памятью и способностью реагировать на внешнее воздействие); а во-вторых, между частями существовала бы постоянная коммуникативная (т.е. информационная) связь. Именно этот синергетический феномен в сочетании с энергетической потенцией и информационным началом является основой самоорганизации и саморазвития систем и главным инструментом творческой (креативной) активности природы.

Примечание

Согласно энциклопедическому словарю «Христианство», «**Бог** - это абсолютно свободная личность». Это также «бесконечная сила (самопричина и причина всего), совершенный разум и безграничная любовь» (Христианство, т. 3, 1995). Можно предположить, что свойство бесконечной силы является аналогией энергетической потенции, свойство совершенного разума характеризует информационное начало, а свойство «безграничной любви» соответствует синергетическому феномену природы, (когда разрозненные части пространства превращаются в систему «с коллективным поведением»).

Феномен *синергетизма* является одним из наименее изученных явлений в науке. Здесь мы остановимся более подробно на явлениях, которые легли в основу изучения упомянутой науки.

«Синергия» происходит от греч. *synergeia* – «совместное действие», соответственно, синергетизм – взаимодействие различных потенциалов или видов энергий в целостном действии.

Феномен *синергии*, или *синергетизма*, включает в себя несколько моментов. Прежде всего речь идет о явлениях, которые возникают при совместном действии нескольких разных факторов, в то время как каждый фактор в отдельности к подобному явлению не приводит.

Примечание

Не случайно в медицине, где рассматриваемое понятие появилось одним из первых, *синергизм* означает вариант реакции организма на комбинированное воздействие двух или нескольких лекарственных веществ, характеризующийся тем, что совокупное действие лекарств превышает действие, оказываемое каждым лекарством в отдельности.

Работы Г. Хакена позволили углубить содержание *синергии*. По определению ученого, это не только совместное действие нескольких факторов, приводящее к качественно новому результату, но «*кооперативное*» *взаимодействие* между элементами системы, при котором они проявляют признаки *коллективного поведения*. В результате этого совокупность отдельных элементов превращается в единую целостную систему.

Чтобы явление синергетизма состоялось, необходимо наличие у элементов системы целого ряда важнейших свойств:

- 1) *способности реагировать* на изменения внешней среды;
- 2) *когерентности* (согласованности) отдельных элементов системы, которая заключается в синхронности процессов изменений состояния различных элементов системы, проявляющейся в пространстве в краткосрочные периоды времени;
- 3) *коэволюции*, которая предполагает совпадение у различных элементов системы трансформационных циклов развития, проявляющееся в долгосрочные периоды времени;
- 4) *взаимодополняемости*, предполагающей наличие связи между элементами системы, построенной на способности элементов по-разному изменять свойства вещественно-энергетически-информационных потоков;
- 5) *взаимозависимости*, означающей такие взаимосвязи между элементами системы, при которых изменение состояния одних элементов вызывает изменения в других элементах;
- 6) *взаимовыгодности*, предполагающей, что совместное функционирование элементов улучшает их состояние в большей степени, чем их раздельное функционирование.

Синергетизм является чрезвычайно сложным явлением. Его нельзя свести к какому-то одному виду взаимодействия между элементами. Каждый из них играет определенную роль в формировании взаимосвязанного и взаимообусловленного инструментария, которым природа обеспечивает реализацию синергии. Этот инструментарий представлен различными явлениями

природы. Истоки большинства из них покрывает завеса тайны, по всей вероятности, они являются такими же фундаментальными и непостижимыми таинствами природы, как движение и само явление синергетизма. Возможно, в силу непостижимости исходных явлений непостижимым является и результирующий феномен синергетизма.

Рискнем предположить, что основными механизмами осуществления феномена синергетизма в природе являются *интеграция* и *дифференциация*.

Интеграция (от лат. *integratio* – соединять) – понятие, означающее объединение отдельных частей в целое.

Дифференциация (от лат. *differentia* – разность, различие) – разделение, расчленение целого на различные части, формы и уровни.

Диалектика природы всегда предполагает единство двух процессов *соединения* и *разделения*. Ведь соединять можно лишь то, что раздельно. Собственно, в этом и заключается процесс созидания: разделяя, соединять и, соединяя, разделять. Ибо, разделяя, мы получаем новое различие (многообразие) и формируем полюса, создающие потенцию движения к объединению. А соединяя, мы получаем новое качество, которое отличается от того, что было ранее, от того, что существует вокруг. Это значит, новое качество разделяет то, что было прежде.

В качестве основных инструментов интеграции и дифференциации природа использует *притяжение* и *отталкивание*.

Этот инструментарий на различных этапах эволюции реализуется природой посредством различных форм взаимодействия компонентов материи.

Мы не ставим здесь перед собой цели глубокого погружения в содержание физических процессов различных форм взаимодействия материи. Это удел физиков. Выскажем лишь предположение: даже тогда, когда будут досконально исследованы процессы взаимодействия элементарных частиц, формирующих свойства вещества, вряд ли перестанут быть загадкой истоки тех явлений, благодаря которым возникли сами частицы (а в конечном счете, и материя).

Видимо, в этом диалектическом единстве и борьбе двух противоречий *соединяемого* и *разделяемого* заключается креативная функция природы, которая реализуется в постоянно воспроизводящихся процессах развития.

Креативность природы и природа креативности, или Четвертое таинство природы

Целостную творческую способность природы, т.е. её способность к саморазвитию и формированию новых сущностей, по всей видимости, можно рассматривать в качестве *четвертого сущностного начала природы*. Это феномен *интегрального взаимодействия* трех названных сущностных начал. Каждое из них, действительно, играет как бы самостоятельную роль, и в то же время они неотделимы один от другого.

В качестве аналога сущностных начал Троицы выступают: *энергия, информация, синергия*.

Разве мы не говорим как о самостоятельных явлениях об *энергетической потенции* (способности к движению, присущей любым формам материи), *информации* (в частности, продукте генетического кода либо таком информационном феномене, как личность человека) и, наконец, о *синергетическом феномене*, превращающем отдельные части пространства в единую самовоспроизводящуюся и саморазвивающуюся систему?

В то же время *потенция к движению* может быть реализована лишь по отношению к тому, что может двигаться. Любой же природный объект, любая сущность природы – это прежде всего *информационная программа*, а *информация* – это следствие различия *энергетических потенциалов* (способности к движению). Наконец, творческая способность природы на основе *синергетического феномена* формируется во взаимодействии первых двух начал.

Действуя подобным образом, триада указанных явлений образует четвертый феномен – тот, который в конечном счете формирует любую природную сущность (каждый конкретный электрон, атом, молекулу или биологическую особь), составляя внутреннее ее содержание. Ведь чтобы эти творения природы существовали на свете, они должны в каждой точке своего пространства ежемоментно воспроизводить свои отличительные признаки. Именно это созидательное самовоспроизводство противодействует силам энтропии, т.е. процессам саморазрушения природных творений, которые происходят одновременно с самовоспроизводством в тех же пространственно-временных параметрах.

Примечание

Достаточно сказать, что белки печени и сыворотка крови человека наполовину обновляются каждые 10 суток, а отдельные ферменты печени - каждые 2-4 часа (Биологический, 1989). Немного утрируя, можно сказать, что на работу человек идет с одной печенью, а возвращается с другой - обновленной.

Этот феномен *самовоспроизводства*, пребывающий в каждой природной сущности и формирующий ее креативную (т.е. созидательную) основу, по всей вероятности, можно считать ЧЕТВЕРТЫМ ТАИНСТВОМ природы.

Аналог четвертого таинства природы – *самовоспроизводственный потенциал* каждой природной сущности.

Никто не знает, откуда в каждом творении природы берется и как устроен тот механизм, который ежемоментно, вновь и вновь заводит пружину процессов самовоспроизводственного созидания данной природной сущности. Но именно этот механизм, интегрируя триаду фундаментальных начал природы (энергии, информации, синергии) в каждом из творений природы, формирует его неповторимый облик.

Открывающаяся природа креативности мироздания заставляет по-новому взглянуть на смысл *открытых стационарных систем*. Понятие, формируемое указанными тремя словами, представляет собой своеобразный аналог Троицы. Ибо открытость системы символизирует энергетическое начало, стационарность – информационное, а система – синергию природы... А все вместе – креативный феномен – очередное чудо и таинство природы, неповторимое и самобытное.

Любая *открытая стационарная система* – своеобразный аналог Троицы.

В традиционной японской религии *синто* существует семь миллионов богов. Каждое животное, каждое дерево, каждая травинка – бог. С позиции монотеистических религий можно сказать иначе: Бог пребывает в каждом творении природы. Христиане же скажут, что неповторимый облик каждого своего творения Бог созидает силой Божественной Троицы: ее энергией, разумом и любовью.

Из чего создан мир, которого до этого не существовало? Из ничего! А точнее, из сущностных начал природы.

Именно так, по Библии, Бог создал Вселенную. По меткому выражению В. Шкоды (Шкода, 2001), «из ничего – значит из себя». Новое качество создается из взаимодействия трех фундаментальных сущностных начал: *движения, информации (памяти) и синергетической способности.*

Примечание

В свете сказанного представляется уместным проследить параллели между описанными свойствами сущностных начал природы и свойствами Сущностей (Ипостасей) Божественной Троицы. Пользуясь источниками богословской литературы (Христианство, т. 3, 1995; Кастальский-Бороздин и др., 2000; Троица, 2001), попытаемся лишь схематически обозначить некоторые из свойств Троицы, которые нам представляются наиболее существенными.

- Прежде всего, отмечается *триединство* Божественной Сущности. Она хоть и состоит из трех самостоятельных Ипостасей (ипостась по греч. «сущность»), именуемых также Личностями, но проявляется лишь в их взаимном единстве. Именно поэтому *Бог един*. Подчеркивается даже, что для иллюстрации Бога уместно не сложение ($1 + 1 + 1 = 3$), а умножение ($1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$). Три Ипостаси, составляющие Божественную Троицу, *абсолютно равны по своей субординации и времени действия* (эта мысль проходит красной нитью через все христианское учение). При этом три Личности различны по образу своего бытия, своим функциям и свойствам. Основные свойства Личностей интерпретируются следующим образом: «*быть нерожденным*» (Отец), «*родиться*» (Сын) и «*исходить*» (Святой Дух).
- Основное свойство *Бога Отца - нерожденность*; он не происходит ни от какого другого начала. Такое может быть, только если он сам является единственной Причиной самому себе. Он же Корень, Источник в Сыне и Святом Духе. Бог Отец есть первичная потенция творения мира. Он не энергия, но причина ее возникновения.
- Основное свойство *Бога Сына* заключается в его *способности родиться*. Причем это свойство как бы перманентно (т.е. постоянно и непрерывно): он рождается «прежде всех веков», его рождение - безвременно и безначально. Евангелист Иоанн именует Сына Словом, Логосом (логос - по-гречески «замысел»), которое изначально было у Бога и было Богом. В своем рождении Сын неразлучен с Родителем, Он всегда пребывает в недрах Отца (Ин. 1:18). Отец - в Сыне, и Сын - в Отце (Ин. 10:38).

Бог Сын - средоточие мысли. Он Слово, (Логос), а значит, замысел, предтеча информации. Это Сыном «создано все, что на небесах и что на земле, видимое и невидимое...» (Кол. 1:16). Но реализоваться замысел может, только соединившись с волей (энергией) Отца. «Сын ничего не может творить Сам от Себя, если не увидит Отца творящего...» (Ин. 5:19). Еще одно свойство Сына - это то,

что благодаря ему мы познаем мир и творения Бога. «...Отца не знает никто, кроме Сына, и кому Сын хочет открыть» (Мф. 11:27). Выражаясь языком богословской литературы, «Сын открывает Божественное бытие в той мере, в какой может вместить тот или иной тварный ум».

- Личное свойство Святого Духа состоит в том, что Он исходит от Отца. Он предвечно исходит от Бога Отца (Ин. 15:26), пребывает в Сыне (Рим. 8:9), посылается в мир от Отца Сыном (Ин. 15:26).

Дух Святой - это божественная креативная (творческая) сила. Исходя от Отца (источника энергии) и соединяясь с Сыном (замыслом), Дух и реализует творческую волю единого Бога. Дух непосредственно участвовал в творении мира: «Дух Божий носился над водой (первозданной Вселенной) (Быт. 1:2) - и в творении человека: «Дух Божий создал меня, и дыхание Вседержителя дало мне жизнь», - утверждает праведный Иов (Иов 33:4).

Присутствует Дух и в каждом творческом акте общественной жизни. «Одному дается Духом слово мудрости, другому слово знания... иному вера... иному дары исцелений... иному чудотворения, иному пророчество, иному различение духов, иному разные языки, иному истолкование языков. Все же сие производит один и тот же Дух, разделяя каждому особо, как Ему угодно» (1 Кор. 12:8-11).

Под **креативностью** природы подразумевается *ее способность к созиданию*. В свою очередь, *созиданием* можно считать процессы, направленные на увеличение порядка (упорядоченности) в определенном объеме пространства и времени. Природа реализует функцию креативности через процессы *самоорганизации и саморазвития* открытых стационарных систем.

Представляется уместным обратить внимание на одну чрезвычайно важную особенность: Природа или Творец, создавая свои сущности, фактически *воспроизводит самовоспроизводство*. Что это значит? Процесс создания Творцом мира или отдельных природных сущностей существенно отличается от работы скульптора, ваяющего, например, из глины фигуры человека, животных или растений.

Принципиальное отличие в том, что по окончании работы скульптора процесс творения заканчивается. Дальше плоды его работы могут только разрушаться под воздействием сил природы. При появлении на свет *природных сущностей* (а это всегда закономерный акт объективных процессов эволюции природы) процесс творения данной сущности лишь начинается. Ведь каждой природной сущности предстоит воспроизводить себя заново в каждой ее частице и в каждый момент времени ее существования. Даже прерывание этого существования означает начало

нового воспроизводственного процесса другой природной сущности, которая приходит на смену уходящей. Одна частица трансформируется в другую, одно вещество преобразуется в другое, на смену одному биологическому виду приходит следующий.

Примечание

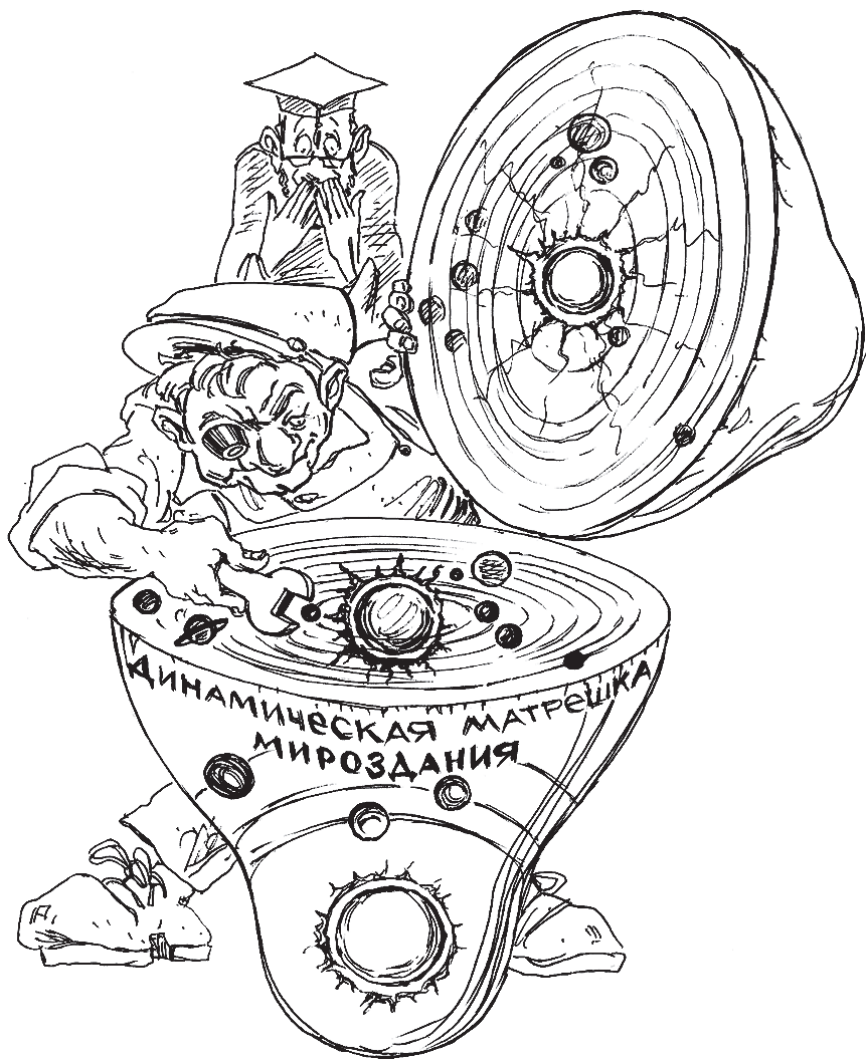
Пожалуй, с очень большим приближением процесс создания Творцом природных сущностей можно сравнить с работой жонглера, который, раскручивая на палочках одну за другой тарелки, ставит их крутящимися на различные предметы или на себя. Некоторое время все раскрученные тарелки будут находиться в относительно равновесном вращении, импульс которому был придан извне создателем данного номера.

Процессы творения природы представляют не что иное, как *творение* самих *процессов творения*, происходящих многократно и многоуровнево («многослойно») по принципу матрешки (или по принципу англоязычного аналога матрешки – луковицы). Создавая свои творения, природа «беспокоится» о том, чтобы они бесконечно долго сами воспроизводили свое существование. (Ограничения накладываются лишь условиями внешней среды, в которых могут существовать данные сущности.) Подобное самовоспроизводство может состояться лишь при одном условии – если, рожденные в результате взаимодействия трех природных сущностных начал, эти создания сами будут реализовывать модель Сущностной Троицы. Поэтому, созданные Троицей, творения природы сами несут ее черты: *энергетическую потенцию, информационное начало и синергетический феномен* системного взаимодействия отдельных частей, – являясь своеобразным подобием Троицы.

«Динамическая матрешка» природы

В процессе взаимодействия и взаимообусловленности трех сущностных начал формируются *природные сущности*.

Природные сущности – это построенные по типу открытых стационарных систем материально-информационные образования, несущие в себе закрепленные памятью устойчиво повторяющиеся признаки данного типа систем, позволяющие воспроизводить их многократно в пространстве и времени.



В качестве природных сущностей можно назвать (рис. 3.1):

- элементарные частицы с нулевой массой, несущие в себе свойства энергии;
- элементарные частицы с ненулевой массой, несущие в себе свойства вещества;
- атомы и молекулы, несущие в себе свойства химических элементов и соединений;
- биологические виды и экосистемы, обеспечивающие свойства живого вещества на Земле;
- человеческие индивидуумы;
- создаваемые трудом и интеллектом человека материальные системы и экономические образования, формирующие человеческое сообщество.

Безусловно, гораздо проще назвать отличительные черты перечисленных сущностей. На первый взгляд, все они различаются и формой, и содержанием. Более того, сам вопрос о сходстве, например, атома и человека или молекулы и фирмы может вызвать недоумение. Между тем сходства у перечисленных сущностей гораздо больше, чем может показаться на первый взгляд.

Во-первых, все они принадлежат к одному и тому же классу структур, являясь *открытыми стационарными системами*. Во-вторых, их существование представляет собой систему «вложенных» друг в друга соподчиненных циклических процессов разного уровня, построенных по принципу *«динамической матришки»*. По мнению О. Гавриша, такая «матрешка» отличается от своего деревянного прототипа тем, что «каждый цикл более высокого порядка включает в себя целую сеть циклов более низкого порядка. Важнейшей чертой такой организации является то, что подчиненные циклы обязательно соответствуют более высокому «руководящему» циклу так, что являются отражением его структуры» (Гавриш, 2002). Это, например, означает, что цели, стоящие перед *фирмой*, обуславливают деятельность работающих на ней *людей*. Воле последних подчиняются процессы, происходящие в *атомах* и *молекулах*, из которых состоят клетки организмов людей. Соответственно, процессы, протекающие в атомах и молекулах, могут реализовываться не иначе, как за счет движения на уровне *элементарных частиц*.

Уже сама принадлежность всех упомянутых сущностей к классу открытых стационарных систем обуславливает единые

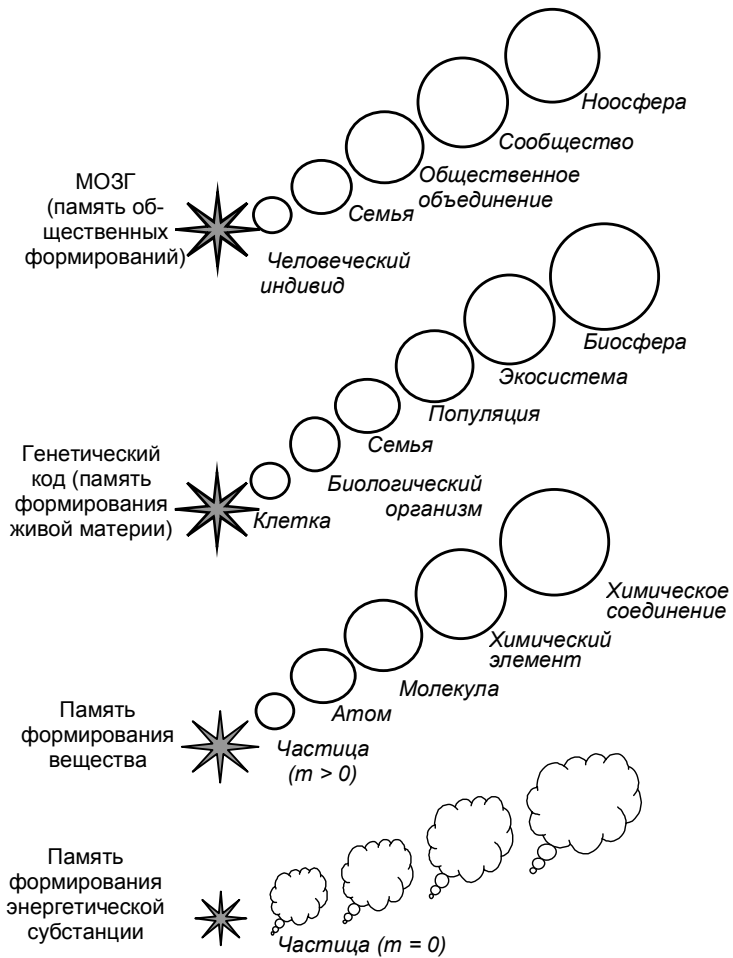


Рис. 3.1. Гипотетическая схема формирования существей природы

закономерности их существования и трансформации. Все они могут существовать, лишь поддерживая *гомеостаз*, что достигается осуществлением *метаболизма*, т.е. обмена с внешней средой и внутри самих систем. А процессы, определяющие динамическую устойчивость (состояние гомеостаза) и трансформацию систем, обеспечиваются двумя *видами механизмов обратной связи* – отрицательным и положительным, а также двумя видами *трансформационных механизмов* – адаптационным и бифуркационным. При этом, безусловно, каждая из упомянутых сущностей имеет свои специфические формы реализации всех перечисленных закономерностей.

Как было показано в предыдущих главах, любая открытая стационарная система является одновременно и материально-информационной и информационно-материальной сущностью.

Как *материально-информационная сущность* она существует для обслуживания материальной основы системы. На это направлен вещественно-энергетический обмен системы со средой и между отдельными частями системы. Этому же подчинен и информационный контроль за протоколами материальных субстанций в пространстве и времени.

Как *информационно-материальная сущность*, система существует для реализации информационных функций системы, т.е. деятельности ее информационной основы. Информационные функции предусматривают информационный контакт (своеобразное «общение») между отдельными частями системы. Именно такие контакты обеспечиваются потоками материальных субстанций, возникающих в процессе метаболизма.

Таким образом, можно сказать, что информационная основа обслуживает материальную, а материальная – информационную. Чрезвычайно проблематично говорить о первичности либо приоритетности материальной или информационной основ. (Это то же, что спорить о привычности или приоритетности энергии и информации.) Вместе с тем, видимо, можно говорить об определенном изменении соотношения между материальной и информационной основами в ходе эволюции природы.

Примечание

По мнению И.Р. Алексеенко и Л.В. Кейсековича, появление на арене эволюции природы человека создает предпосылки для увеличения роли информационной

компоненты в существовании природных сущностей. В частности, в отличие от других животных, человек в большей мере стал обслуживать свое информационное начало (эмоции), основу которого составляют процессы деятельности мозга. В то время, как у других животных деятельность мозга главным образом подчинена обслуживанию материального тела (Алексеев и др., 1997).

В свете рассмотренного в предыдущих главах, специфическими признаками природных сущностей можно считать:

- особенности гомеостаза;
- формы метаболизма;
- механизмы обратной связи;
- эволюционные механизмы, обеспечивающие факторы трансформации систем: изменчивость, наследственность, отбор.

Подробности

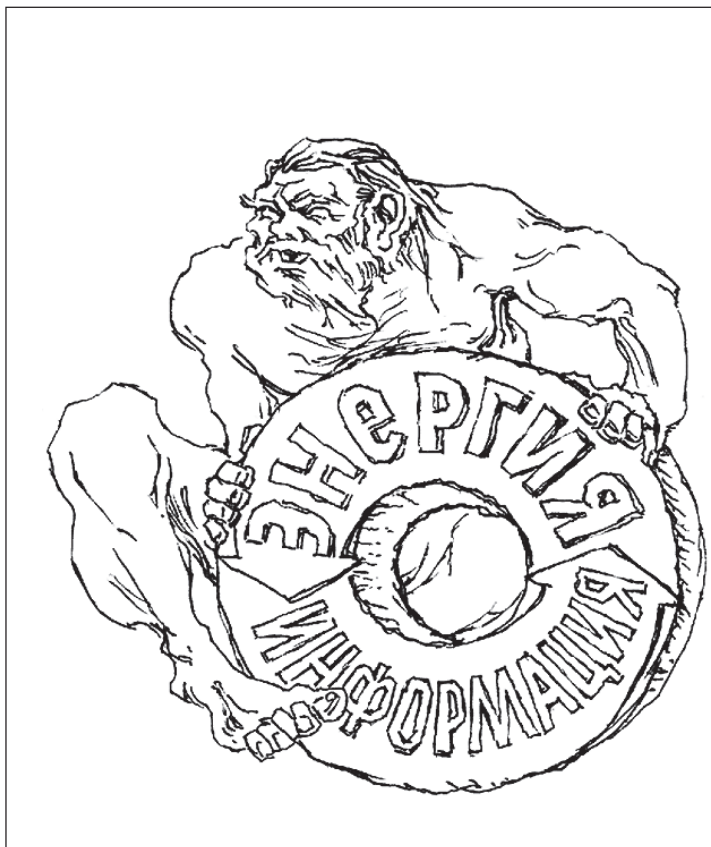
Например, и электрон, и биологический организм, и предприятие способны поддерживать только им присущие формы гомеостаза, т.е. относительного постоянства своих ключевых параметров. У электрона это заряд, масса, характеристики орбиты, пр. У биологического организма - температура тела, кровяное давление, состав крови и других жидкостей в организме, пр. У предприятия - объем и номенклатура выпускаемой продукции, ее технические характеристики.

В свою очередь, указанные качества не могли бы быть обеспечены без механизмов обратной связи, при помощи которых и электрон, и организм, и предприятие реагируют на изменение внешней среды.

Все эти признаки могут быть обеспечены лишь при условии существования определенного типа памяти систем. В частности, все живое вещество на Земле сформировалось на основе единого типа памяти – генетического кода. Формирование общественных систем происходило с участием уже принципиально нового типа памяти – человеческого мозга. Возьмем на себя смелость предположить наличие двух различных систем памяти при формировании сначала энергетической, а затем вещественной субстанций природы (см. рис. 3.1). Создавая указанные сущности, природа реализует свою креативную функцию.

Заметки на каждый день

- *Что бы мы ни делали, нам нужны силы, знания и желания. Они и есть проявлением Божественной Троицы на земном уровне бытия человека. Чтобы быть творцом, нужно постоянно воспроизводить энергию, знания и желания заново в каждое мгновение нашей жизни и в каждой точке бытия.*
- *Древние говорили: «Не проси у Бога богатства - проси здоровья и ума, чтобы его заработать».*
- *В идеале желание - это любовь к тому, что собираешься сделать. В ней и осознание необходимости творимого, и надежда на относительное совершенство будущего продукта труда, и уверенность в своих силах, и жажда творчества, и просто кураж импровизации. Но все это также и любовь к тому, что Творец заложил в каждом из нас.*
- *Желание-любовь нам нужны, чтобы каждая клеточка в нашем организме по велению разума смогла завершить задуманное. Смогла - это значит «знала как» и «имела на то силы». И тогда все наше естество совершит задуманное, превратившись в единый, целенаправленный организм.*
- *На производстве функцию силы воспроизводят инженеры и рабочие, функцию знаний (информации) - конструкторы и технологи, функцию желания - менеджеры. Задача последних - воспроизвести в каждом из исполнителей и в коллективе в целом желание-любовь к будущему творению.*
- *Удача менеджера - если у каждого из исполнителей он сможет пробудить желание к творению и любовь к творимому; неудача - если он просто заставит «это сделать».*
- *Как любить и продукт своего труда, и творческий потенциал в самом себе - демонстрирует (по Библии) Творец после каждого из семи дней, в течение которых он создавал мир («И увидел Бог, что это хорошо»).*
- *Если учесть, что в Библии случайных слов нет - все они несут большую смысловую нагрузку, мы должны внимательно отнестись к упомянутому моменту, как к руководству. Мы должны научиться радоваться каждому результату своего труда. Но и трудиться - чтобы было чему радоваться.*



Глава 4

Об основах природы и ее саморазвитии



Развитие синергетики и синергетика о саморазвитии систем

Свойство стационарности систем на основе их способности поддерживать гомеостаз неразрывно связано с живым веществом. Но следует ли увязывать стационарность только с живым веществом? Только ли с него она начинается и на нем ли заканчивается?

Примечание

В процессах эволюции можно отметить интересную особенность: все, что было создано природой, было предварительно апробировано ею, выношено «на внутриутробном» уровне. Так, процессы размножения почкованием «отрепетированы» на кристаллизации. Появлению интеллекта и абстрактному мышлению человека предшествовало развитие опережающей (т.е. основанной на прогнозировании) *умственной* деятельности высших животных. Даже производственная деятельность человека, оказывается, имеет свой аналог-предшественник. Жизнедеятельность колоний многих видов муравьев несет признаки общественно-трудовой деятельности. Здесь преобладает не собирательство, а именно производственная деятельность с ее основными атрибутами: *потреблением* результатов труда; *целенаправленным культивированием биологических видов* (посадка и выращивание специальных грибов); *постадийным производством* (сбор кормов - листьев, их переработка - измельчение, кормление грибов и, наконец, их сбор); *специализацией труда* (на всех указанных стадиях трудовые функции выполняются исключительно специализированными группами муравьев) и т.д.

Может, как и в вышеприведенных случаях, стационарность и гомеостаз были предварительно опробованы еще до появления жизни на Земле? Тогда и возникновение на планете самой жизни, основу которой составляет как раз *стационарность*, начинает выглядеть закономерным этапом эволюции природы.

Открытия синергетики последних десятилетий минувшего столетия сделали поставленный выше вопрос риторическим. Оказывается, даже в неживой природе уже содержится потенция к самоорганизации и устойчивому поддержанию гомеостаза, которая еще недавно считалась чуть ли не водоразделом между живой и неживой природой. Даже само название науки «синергетика» звучит чуть ли не вызовом как материалистическим детерминистам (одно следствие – из одной причины), считающим основной причиной зарождения жизни случайное стечение обстоятельств (физико-химических условий), так и идеалистическим креалистам, предполагающим целенаправленное создание («креацию») конкретных биологических видов Творцом.

Примечание

Термин «синергетика» происходит от греч. *synergos* - «совместный, согласованно действующий». Иногда синергетику определяют как науку, изучающую структуры с «коллективным поведением». Причем речь идет не столько о коллективах людей (хотя и они находятся в общем ряду науки о самоорганизации систем), сколько о *структурах неживого вещества*, ведущего себя, с точки зрения своей самоорганизации, как живые организмы (!). Синергетика заставляет думать, что возникновение жизни на Земле является закономерным процессом. В том смысле, что она при определенных условиях просто не могла не возникнуть. (Что, впрочем, не делает этот феномен ни менее чудесным, ни менее загадочным.)

Синергетика – область научных исследований, целью которых является выявление общих закономерностей в процессах образования, устойчивости и разрушения, упорядоченных временных и пространственных структур в сложных неравновесных системах различной природы (физических, химических, биологических, экологических и др.).

Страницы истории

Наиболее знаменательным фактом, давшим толчок к развитию синергетики, является открытие так называемых «химических часов». Ссылка на этот факт является непременным атрибутом всех серьезных публикаций по синергетике. Историю открытия «химических часов» мы воспроизводим по книге В.Н. Ягодинского (Ягодинский, 1985).

В один из весенних дней 1951 г. в редакцию солидного химического журнала в Москве поступила статья «Периодически действующая реакция и ее механизм».

На редколлегии работа была воспринята неодобрительно. Еще бы! Ведь в ней предлагалось нечто вроде химического аналога вечного двигателя: при смешении определенных реактивов возникает самоподдерживающаяся реакция, протекающая очень длительно, что внешне проявлялось периодической сменой цвета раствора. И хотя автор предлагал продемонстрировать реакцию в любой момент, оппоненты не приняли этот очевидный факт по той простой причине, что он противоречил общепринятому тогда мнению о необратимости химических процессов.

Автор статьи Б.П. Белоусов занимался созданием антитодов, защищающих организм от отравляющих веществ. Поэтому он считал полученную им удивительную реакцию одним из побочных выходов исследований и не хотел терять времени на дальнейшие попытки опубликования ее результатов.

В то время была опубликована только одна работа, в которой обобщались данные Белоусова. В сборнике рефератов по радиационной медицине Института биофизики за 1958 г. появилось небольшое сообщение, описывающее принцип реакции и ее возможный механизм.

Теперь на эту краткую (и единственную!) заметку в ведомственном сборнике, вышедшем мизерным тиражом, ссылаются авторы академических журналов по химии и биологии.

Совершенствованием реакции Белоусова занялся аспирант А.М. Жаботинский. Реакция шла с такой удивительной ритмичностью, что академик И.Е. Тамм, заглянув как-то в лабораторию «на минутку», пробыл около экспериментального стола весь рабочий день. При прощании академик заявил, что эта реакция - основа нового направления работ. И он не ошибся...

Сегодня одна из наиболее известных в мире химических реакций носит имя Белоусова - Жаботинского.

Сам термин «синергетика» был предложен немецким физиком Германом Хакеном в 1970 годах. Работая над новыми источниками света и исследуя механизмы процессов, которые происходят в твердотельном лазере, Хакен обнаружил нечто удивительное. Частицы, составляющие активную среду резонатора, вели себя, как живые, проявляя признаки согласованности (!). Под воздействием внешнего светового поля они начинали колебаться в одной фазе. В результате этого между ними устанавливалось *когерентное*, т.е. согласованное взаимодействие, которое приводило в конечном счете к кооперативному, или коллективному, поведению частиц.

Такое явление в итоге было названо «кооперативными процессами», фиксируя тот факт, что на согласованное поведение способны не только люди и другие животные, но и структуры неживой природы.

Способность к кооперативному поведению – фундаментальное свойство компонентов природы.

Нобелевский лауреат И.Р. Пригожин исследовал несколько иной аспект проблемы. Он установил и изучил тот внешний признак, который является отличительным для любых *открытых стационарных систем*. Речь идет об энергетической цене, которую вынуждены платить подобные системы, чтобы оставаться *открытыми и стационарными*. Ведь их существование и функционирование неразрывно связано с использованием и переработкой энергии. В конечном счете эти процессы составляют суть явлений открытости и стационарности. Благодаря открытости, системы извлекают энергию из внешней среды. Стационарность же способствует закреплению энергии в системе. Правда, на это тоже приходится расходовать энергию.

В любых процессах преобразования энергии неизбежны ее безвозвратные потери. Об этом в той или иной степени свидетельствуют все три закона (начала) термодинамики. На языке физиков такая необратимая потеря энергии называется ее *диссипацией*. Именно на нее обратил внимание И.Р. Пригожин. Ведь если диссипация энергии является неотъемлемым атрибутом открытых стационарных систем, то это явление может быть использовано в качестве признака их функционирования. Кстати, на принципе фиксации данного явления строятся приборы ночного видения, которые улавливают потери тепла, излучаемые различными предметами.

Подробности

В своих исследованиях И.Р. Пригожин опирался на описанные Б. Белоусовым и А. Жаботинским химические реакции самоподдержания гомеостаза, т.е. «химические часы», о которых мы уже вели разговор выше. Вместе со своими сотрудниками Пригожин построил математическую модель таких реакций. Теоретической основой модели стала нелинейная термодинамика, изучающая процессы, происходящие в нелинейных неравновесных системах под воздействием случайных энергетических возмущений, называемых флуктуациями.

Структуры и системы, возникающие при этом, И.Р. Пригожин назвал *диссипативными*, поскольку они образуются за счет диссипации, или рассеяния энергии, использованной системой, и получения из окружающей среды новой, свежей энергии. Фактически термин «*диссипативная структура*» является сино-

нимом понятия «открытая стационарная система». За исследования по термодинамике диссипативных структур И.Р. Пригожину была присуждена Нобелевская премия по химии.

Еще один видный теоретик самоорганизации – немецкий ученый М. Эйген убедительно доказал, что открытый Ч. Дарвином принцип отбора продолжает сохранять свое значение и на микроуровне. Поэтому он имел все основания утверждать, что генезис (т.е. развитие) жизни есть результат процесса *естественного отбора*, происходящего на молекулярном уровне. Он показал, что сложные органические структуры с адаптационными характеристиками возникают благодаря эволюционному процессу отбора, в котором адаптация (т.е. приспособление к условиям внешней среды) оптимизируется самими структурами. Предпосылками для осуществления такой самоорганизации макромолекул являются взаимодействие системы со средой или открытость для обмена веществом и энергией, автокатализ (т.е. самоускорение реакций, являющихся основой самообновления систем), мутации (изменчивость) и естественный отбор.

Перечисленные примеры отнюдь не исчерпывают всего многообразия явлений самоорганизации неживой природы. Более того, синергетика теоретически обосновала и объяснила многие давно известные, но считавшиеся загадочными явления. Подобным примером в гидродинамике служит образование в подогретой жидкости (начиная с некоторых значений температуры) шестиугольных ячеек Бернара, названных по имени ученого, описавшего их еще в 1900 году (Дубинищева и др., 1998). Известны также: возникновение тороидальных вихрей (вихрей Тейлора) между вращающимися сосудами (Физический, 1995), феномен саморегуляции метеопроцессов, обнаруженный в начале 1960 гг. Е. Лоренцом (Рузавин, 1999) и даже явление саморегуляции химических микронных «флюидов» на мельчайших капельках воды (тумана), в результате чего над обработанным пестицидами полем повисает невидимый токсичный туман (Виленский, 2000).

А.И. Олемской и А.В. Хоменко описывают даже «коллективное поведение» дефектов, определяющих пластичность твердых тел.

Факты публикаций

В реальных условиях пластичность твердых тел обусловлена, как правило, эволюцией ансамбля дефектов кристаллического строения - вакансий, междоузельных атомов, дислокаций, границ раздела, пор, включений и т.д. Однако при интенсивном внешнем воздействии плотность дефектов становится настолько высокой, что они ведут себя коллективным образом, и понимание их поведения может быть достигнуто на основе концепции перестраиваемого потенциального рельефа (Олемской и др., 2001).

Описанные явления относятся к так называемому добиологическому уровню. Однако системы, условно относимые к надбиологическому уровню (т.е. общественные структуры и созданные руками человека техногенные системы), также имеют общие черты самоуправляемых систем, важнейшим свойством которых является *стационарность*, основанная на способности поддерживать *гомеостаз*. В частности, этим свойством обладают экономические системы различных уровней: семья, предприятие, национальная экономика. Присущи они и многим техногенным системам, созданным трудом человека. Об этом мы подробно поговорим в следующих разделах.

Итак, синергетика наглядно продемонстрировала тот факт, что потенция к самоорганизации присуща всему многообразию природы Земли, включая неживые вещества и надбиологические структуры. Однако важно не только, а возможно, не столько это. Главное, что синергетика смогла объяснить механизмы самого процесса самоорганизации материи. Каковы же основные особенности возникновения порядка из хаоса? Именно так: «Порядок из хаоса» – назвал нобелевский лауреат И. Пригожин одну из своих книг, написанную в соавторстве с И. Стенгерс. Попытаемся ответить на этот вопрос в следующем разделе.

У истоков саморазвития материи

В пьесе под названием «Эволюция природы на Земле» сегодня идет третий акт «Развитие человека и общества». В отличие от театра, в природе действие предыдущих актов не заканчивается с началом последующих. События новых актов протекают на фоне предыдущих. Последние, уходя с авансцены истории вглубь

ее, продолжают играть активную роль, составляя основу «ткани» событий, которые разворачиваются на переднем плане.

Подобные параллельные линии развития различных уровней существования природы носят название коэволюции. **Коэволюция** – это параллельная, совместная, взаимосвязанная эволюция различных природных существей.

Сегодня уже невозможно составить достоверную картину событий первого акта, отодвинутого в глубины пространства и времени. Впрочем, мы и не ставим такой цели. В частности, добиологический этап развития природы нас интересует лишь с точки зрения формирования предпосылок развития систем на последующих этапах эволюции природы.

Компоненты природной среды нашей планеты являются не только строительным материалом возникающих на ней природных существей, но и создают необходимые условия протекающих процессов их развития.

В широком смысле слова, **природа** – это весь материально-энергетический и информационный мир Вселенной (Реймерс, 1990). Безусловно, это понятие затрагивает и живой мир нашей планеты, включая самого человека.

Под действием эволюционных процессов предметы и явления природы претерпевают изменения. В силу этого природа может рассматриваться как *объект* развития (т.е. условно *природа* – со строчной буквы). Вместе с тем сама Природа и является движущей силой эволюционных процессов, т.е. может считаться своеобразным *субъектом* процессов развития (т.е. условно *Природа* – с заглавной буквы). Указанные два фактора как бы объединяются в формулировках: *самоорганизация* и *само развитие* природы.

Чтобы приступить к анализу эволюции механизмов саморазвития природы, необходимо вначале попытаться осмыслить общие закономерности, обуславливающие направления самих эволюционных изменений.

Для начала повторим те исходные условия упорядоченности систем, которые мы уже выяснили. Процесс самоорганизации материи реализуется через формирование в определенном месте пространства предпосылок *упорядоченности*. Это предполагает: во-первых, наличие в данном месте пространства *энергетического потенциала*, способного вызвать изменения (движение);

во-вторых, информационной программы, направляющей в пространстве и времени реализацию данного энергетического потенциала.

Если предположить, что энергетическая потенция (или потенция к движению) является внутренне присущим материи свойством, *эволюция природы* может быть определена как процесс последовательной *эмансипации* (высвобождения) данной потенции посредством воспроизводства информационной организации материальных структур (или, попросту говоря, информации).

Таким образом, для реализации развития своей материальной субстанции природа должна быть представлена двумя реальностями: самой *материальной субстанцией* и *нематериальной (информационной)* реальностью. Существование обеих реальностей неотъемлемо друг от друга (на чем мы остановимся ниже). Что сегодня известно об этих двух реальностях с позиций современной науки?

Материальная субстанция

Материальная реальность – это единая вещественно-энергетическая субстанция. Как известно, вещество может переходить в энергию, а энергия в вещество. Обобщая подходы к восприятию материи, появившиеся в последнее время в научной литературе (Косинов и др., 2002; Новый, 1998; Социологический, 1998), можно сформулировать такое определение: *материя* – объективная реальность, основа бытия, обладающая свойствами времени, пространственной протяженности, информационно-энергетического возбуждения и дискретного воплощения (дискретный – значит разделенный, прерывистый). Материя включает как *вещество* (объекты, имеющие массу покоя), так и *физические поля* (реализуют энергетическую потенцию материи).

Вещество. Согласно классическому современному определению, вещество – *это вид материи, обладающий массой покоя* (в отличие, например, от физического поля) (Философский, 1983). В конечном счете, вещество состоит из микродискретных образований (атомы, молекулы) и элементарных частиц (электронов, протонов, нейтронов, пр.), масса покоя которых не равна

нулю. Следовательно, можно сказать, что *вещество* – это *дискретное* информационно-энергетическое воплощение материи (Косинов и др., 2002).

Парадоксом является то, что мельчайшие частицы, имеющие массу покоя (электрон, протон, нейтрон), сами состоят из частиц, не имеющих массы покоя. Представьте себе: здание весит несколько десятков тонн, но кирпичи, из которых оно сложено, не весят ничего! Как такое происходит – очередная загадка природы.

Подробности

Как все мы хорошо знаем, вещество состоит из молекул, молекулы - из *атомов*, атомы - из *ядер*. Вокруг последних вращаются *электроны*, расположенные на определенных электронных оболочках.

Электрон - первая элементарная частица, открытая в физике; материальный носитель наименьшей массы и наименьшего электрического заряда в природе. Он был открыт английским физиком Дж. Томсоном в 1897 году. «Электрон» с греческого переводится как «янтарь». Этот термин был выбран потому, что электрический заряд электрона условно считают отрицательным, как и заряд наэлектризованного янтаря. Античастица электрона - *позитрон* открыта в 1932 году.

В 1924 году французский физик Л. де Бройль высказал гениальное предположение (подтвержденное впоследствии экспериментально), что электрон (как и другие материальные микрообъекты) обладает не только корпускулярными, но и волновыми свойствами. Иными словами, он и частица, и волна.

Электрон обращается не только вокруг ядра атома, но и, условно говоря, вокруг своей оси. Такое движение в физике называют *квантовым волчком*. Оба вида движения отличаются сложнейшей конфигурацией. Параметр, характеризующий собственный момент количества движения элементарной частицы, называется *спином* (от англ. *spin* - вращаться, вертеться). Это движение имеет квантовую природу и не связано с перемещением частицы как целого. Несколько упрощая, можно сказать, что электрон может находиться одновременно в различных точках пространства на орбите вокруг ядра. Свойства частицы изменяются также в зависимости от направления ее вращения. Подобная несимметричность называется *хиральностью*. Иными словами, свойства частицы зависят от того, в какую сторону происходит вращение - в левую или правую. Характерной особенностью движения частицы в *квантовом волчке* является дискретное (т.е. скачкообразное) изменение ее свойств (в отличие от непрерывного характера изменения состояния обычного волчка).

Молекула представляет собой связанную систему ядер и электронов, между которыми действуют, в частности, электрические (кулоновские) силы (притяжения и отталкивания). Однако вся совокупность сил взаимодействия частиц оказывается значительно сложнее. Например, невозможно простым электромагнитным взаимодействием объяснить существование молекул, состоящих из одинаковых

атомов (например, H_2). Оказывается, что свойство антисимметрии, обусловленное электронной волновой функцией, так изменяет характер взаимодействия электронов, имеющих у разных ядер, что вместо отталкивания начинают действовать силы притяжения.

Ядра атомов образованы из так называемых *адронов* (от греч. *hadros* - сильный; в данном случае означает «участвующий в сильном взаимодействии»). В основном, это *протоны* и *нейтроны*. Каждый из протонов и нейтронов, в свою очередь, состоит из еще более мелких частиц, которые называются *кварками*. Кварки «склеиваются» внутри протона или нейтрона за счет так называемых сильных взаимодействий, которые осуществляются путем обмена между этими кварками и антикварками частицами, которые называются *глюонами* (от англ. *glue* - клей). Вот эти глюоны соединяют кварки в адроны (Физический, 1995).

Вещество может быть представлено в форме любого химического элемента или соединения. В земных условиях вещество встречается в четырех состояниях: твердого тела, жидкости, газа, плазмы.

Энергия

Под *энергией* понимается *общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи* (Физический, 1995). Можно сказать, что энергия – это та причина, которая по определенной *информационной программе* трансформирует одну форму материи (в частности, вещества) в другую, в том числе перемещая в пространстве, изменяя свойства и т.д.

Формой реализации энергии выступает *поле*. *Поле* в современной системе знаний определено как *такое состояние материи, которое позволяет ей реализовать бесконечно большое число степеней свободы* (Новый, 1998; Косинов и др., 2002). Проще говоря, позволяет изменяться (перемещаться, изменять форму, свойства, пр.) по бесконечному количеству направлений. Физическое поле – это энергонасыщенное состояние материи. Примерами физических полей могут служить электромагнитное поле, гравитационное поле, поле ядерных сил.

Подробности

В природе известны четыре вида сил. Это (в порядке убывания): *сильные, электромагнитные, слабые и гравитационные* взаимодействия. *Сильные* взаимодействия – это силы, осуществляемые посредством обмена глюонами. Эти взаимодействия в

ядре приводят к тому, что протоны и нейтроны удерживаются внутри ядер. Так называемые *ядерные силы* - это уже как бы вторичные по отношению к указанным сильным взаимодействиям виды реализации поля. Ядерные силы возникают из-за того, что протоны и нейтроны обладают специфической энергетической потенцицией. Она характеризуется специальным квантовым числом, или зарядом. Обладание этим зарядом и приводит к взаимодействию посредством обмена глюонами.

Следующий вид взаимодействия - *электромагнитные* силы, которые все мы хорошо знаем из повседневной жизни. Их роль - образовывать атомы, притягивая электроны и ядра друг к другу.

Взаимодействие, менее известное для широкой аудитории, но конечно, очень хорошо известное специалистам, - это *слабое* взаимодействие. Оно обеспечивает взаимодействие некоторых частиц между собой. В частности, если нейтрон находится в свободном состоянии, он распадается на протон, электрон и электронное антинейтрино. Но внутри ядер ему энергетически более выгодно оставаться свободным, т.е. нераспавшимся, потому что это наиболее выгодная энергетическая конфигурация. Здесь проявляется взаимодействие электромагнитных и слабых сил, потому что, если электрон станет протоном в ядре, то взаимодействие одинаково заряженных протонов приведет к увеличению энергии ядра. Поэтому нейтрон в ядре и стабилен. Слабые взаимодействия крайне важны. В частности, процессы на Солнце, например, углеродно-водородный солнечный цикл, имеет свою первооснову в слабых взаимодействиях. Именно слабые взаимодействия приводят к выделению энергии на Солнце.

И последний вид сил, которые окружают нас, - это *гравитационные* взаимодействия - уникально слабые по сравнению со всеми остальными видами взаимодействий. Правда, в последние годы XX века физиками обоснованы условия взаимодействия частиц, при которых гравитационные силы могут многократно возрасти. (Э.Э. Боос, д.ф.-м.н.; И.П. Волубуев, д.ф.-м.н., Программа Гордона, НТВ, тема: «Размерность пространства в микромире», 28.04.03).

В последние годы активно обсуждается еще один вид взаимодействия - торсионного, обусловленного спинным движением, т.е. вращением частиц вокруг своей оси.

Интенсивность каждого вида взаимодействия определяется *константами связи*. В частности, для *электромагнитного* взаимодействия константой связи является электрический заряд (Физический, 1995).

Информация

Содержание информационной реальности автором подробно рассмотрено в книге (Мельник, 2002). *Информация* – это природная реальность, несущая в себе характерные признаки предметов и явлений природы, проявляющиеся в пространстве и времени.

Примечание

Свойства и функции информации многогранны. В трудах различных ученых она рассматривается в качестве: *сообщения, замысла, новых знаний, формы отражения, средства обмена с внешней средой, категории различия, степени разнообразия, программы действий, меры ограничения* (см. подробно: Мельник, 2003).

Информация, формирующая пространственно-временное различие объектов (предметов и явлений) природы, создается посредством закрепленных памятью энергетических потенциалов данных объектов. Именно эти потенциалы обуславливают различную способность изменяться (или не изменяться – что то же самое) в пространстве и времени. Эта способность и определяет различные свойства объектов. Информация *нематериальна*, но без нее не могут быть сформированы *материальные* объекты – так называемые объективные реальности, т.е. предметы и явления природы. С другой стороны, сама информация не может возникнуть без материальной реальности. Ведь, во-первых, она создается посредством энергетических потенциалов, которые материальны, и, во-вторых, носителем памяти, на которой записывается информация, также служат материальные объекты. Следовательно, процесс эволюции природы должен в чем-то напоминать создание многослойного пирога, когда из имеющейся материальной основы формируется информационная реальность, а та, в свою очередь, участвует в создании нового уровня материальной реальности – и так без конца.

Очевидно, подобные закономерности чередования материальной и информационной реальности присутствуют с первых мгновений возникновения материального мироздания. Ведь любое из творений природы: от элементарной частицы и атома до человека и социальных структур – является материально-информационной сущностью. И ответить на вопрос: «Что первично – материя или информация?» – так же трудно, как и на вопрос: «Что было раньше – яйцо или курица?».

Ответ на этот вопрос, увы, по всей вероятности, действительно находится за горизонтом нашего познания, где-то у истоков рождавшейся Вселенной. Но вот «понаблюдать» за отдельными процессами создания этого «многослойного пирога» и подивиться изобретательности и изяществу находок Природы – вполне реально.

Природа неоднородности

Вернемся к задаче *упорядочения* Вселенной, которую, судя по всему, «решает» Природа (в том числе, и в масштабах нашей родной планеты).

Исходя из того определения *порядка*, которое мы дали в предыдущих разделах, для повышения упорядоченности нужны два исходных фактора: наличие *энергетического потенциала* и *информационная программа* реализации этого потенциала. И то, и другое требует неоднородности пространства. Лишь при возникновении различия между отдельными частями целого может создаться *разность энергетических потенциалов* (источник любого движения) и появятся предпосылки возникновения *информации* – у одинакового не может быть характерных отличительных признаков.

Сегодня уже трудно представить, что мир когда-то мог быть однородным (он мог обладать большей или меньшей плотностью, температурой или другими характеристиками, оставаясь при этом однородным, т.е. все части пространства обладали одинаковыми параметрами). Сегодня каждый со школьной скамьи знает, что все в мире состоит из молекул и атомов. А те, в свою очередь, – из элементарных частиц, «кирпичиков» Вселенной. Все это – основы дискретного устройства мироздания (от лат. *discretus* – разделенный, прерывистый), когда мир оказывается разделенным на отдельные, в значительной степени отличающиеся друг от друга части. Причиной, породившей дискретность материи и приведшей к возникновению вещества, стали, скорее всего, поля. Однако и сами поля уже знаменуют прорыв однородности мироздания. Ведь передаются они тоже элементарными частицами, правда, не имеющими массы покоя. Как и когда возникли они?

Научная гипотеза

В соответствии с моделью И. Пригожина, возникновение материи началось с хаоса, когда не было даже пространства-времени, но было что-то высокоорганизованное, которое послужило причиной всплеска энтропии... Если есть что-то, устойчивое невозможно. Возникает спонтанная флуктуация (энергетическое возбуждение - прим. авт.). При спонтанной флуктуации поля начинается спонтанный процесс рождения частиц... Первые частицы, которые появились, были

нестабильными, без массы покоя и с кратчайшим временем существования... (Пригожин и др., 2000).

Может быть, оставалось лишь гадать о возможности существования когда-то на заре Вселенной некоей однородной праматерии, первичного *континуума*, эфира, или, пользуясь научной терминологией, *физического вакуума*, если б не неожиданное открытие астрофизиков в самом конце XX века. Возможно, этот физический вакуум никуда и не исчезал, а преспокойно наполняет нашу Вселенную и сегодня.

Аргументы ученых

Ю.Н. Ефремов, д.ф.-м.н.; А.Д. Чернин, д.ф.-м.н.: «Это потрясающее открытие сделали астрономы... по наблюдениям галактик... Расстояние между галактиками увеличивается. В последние несколько лет выяснилось, что Вселенная расширяется, причем с ускорением. А расширяться с ускорением она может только по одной-единственной причине - присутствия во Вселенной вакуума с очень высокой плотностью. Когда мы говорим «вакуум», мы, как правило, имеем в виду пустоту. Но это не пустота. Это, конечно, очень сильно разреженная среда. Но все-таки это среда, плотность которой в среднем по Вселенной такая, что масса этой субстанции превышает суммарную массу всех остальных невакуумных видов материи, включая так называемую *темную материю*.

По величине ускорения расширения Вселенной можно измерить плотность энергии вакуума. Оказалось, что около 70 процентов массы, или лучше сказать, плотности энергии Вселенной определяется именно этим самым вакуумом... 70 процентов всего, что видим во Вселенной, это практически еще не изученный вакуум. Но и этого еще мало... Следующие 27 процентов тоже принадлежат, в общем, неизвестно чему... Природа этой субстанции, которая составляет примерно 27 процентов от общей массы Вселенной, остается неизвестной до сих пор... Скорее всего, это некий новый вид элементарных частиц. Слабо взаимодействующие массовые частицы, которые еще предстоит открыть... Еще 2 процента приходится на межзвездный, межгалактический газ вещества, из которого сделаны звезды... И всего 1 процент составляет масса всех звезд и планет Вселенной» (Программа Гордона, НТВ, тема: «Вселенная и человек», 25.06.03).

Впрочем, возможность существования физических субстанций, равно как и их свойства, – предмет исследования физиков. Нас же больше будет интересовать вопрос, какие механизмы задействуются Природой для реализации ее саморазвития.

Тайны «первой частицы»

Как мы уже упомянули, в последнее время ученые (в их числе нобелевский лауреат И.Р. Пригожин) склоняются к мысли, что первая частица возникла в результате флуктуации (энергетического возбуждения) некоего физического вакуума, т.е. какой-то однородной материальной первоосновы, остающейся загадкой.

Примечание

Для нас не важно, был ли этот физический вакуум некой реликтовой субстанции, изменившейся до неузнаваемости в ходе формирования Вселенной... Или он и сегодня продолжает благополучно существовать параллельно с нами как сыгравший свою роль на определенном витке эволюции природы и занявший свое функциональное место - очередной уровень «динамической матрешки» мироздания. (Лично автору больше нравится вторая версия. В том числе, и из эгоистичных соображений. Просто хочется надеяться, что само человечество сэкономит место на своем уровне «матрешки», после того как выполнит свою историческую миссию, создав над собой очередной уровень из искусственной саморазвивающейся материи.)

Важно другое. В качестве исходного свойства рассматриваемой субстанции принимается *относительная* однородность. Мы говорим так осторожно потому, что сам упомянутый физический вакуум, скорее всего, также когда-то возник как творение природы из ее энергетической потенции. А это значит, что его однородность может считаться таковой лишь в рамках данного этапа творения. Так, как нам кажется однородной мука, из которой мы создаем кондитерские изделия... Не исключено, что неоднородность - это вообще неотъемлемое свойство природы...

Более полувека назад нобелевский лауреат Э. Шредингер в своей знаменитой лекции «Что такое жизнь?» впервые упомянул о двух путях возникновения упорядоченности. «Оказывается, существуют два различных «механизма», которые могут производить упорядоченные явления: статический механизм, создающий *порядок из беспорядка*, и новый механизм, производящий *порядок из порядка*» (Шредингер, 1999).

С высоты сегодняшних научных знаний начинает просматриваться и место каждого из упомянутых механизмов в ходе эволюции природы, и реализующий их инструментарий, и ...гениальная прозорливость автора приведенных строк, сумевшего заглянуть за горизонт современных ему познаний человечества.

Прорыв первородной однородности мироздания (если таковая вообще имела место) относится как раз к классу механизмов,

создающих «порядок из беспорядка» (или, как сказали бы сейчас, из «хаоса»). И этот шаг был совершен Природой, как считают ученые, через создание первой частицы. Из прообразов ее впоследствии складывались сложные соединения (т.е. сформировался «порядок из порядка»).

Примечание

Выскажем предположение: уже в самом начале могла быть создана не одна частица, а пара (или множество пар) частиц. В своем последующем творчестве природа предпочитала бинарность («плюс» взаимодействовал с «минусом»). Почему бы и тогда, на заре мироздания, не могла возникнуть некая пара: например, избыток энергетического потенциала и его недостаток.

Задумаемся теперь над эволюционным значением случившегося. Создав первую частицу, Природа смогла решить сложную и парадоксальную задачу. Дело в том, что первая частица – это не только энергетический всплеск пространства. Это сложное явление *стационарного* удержания данного всплеска энергетической неоднородности, т.е. определенного уровня гомеостаза. Чтобы это реализовать, частица должна осуществлять функцию обмена с внешней средой. Ведь едва возникнув, частица, в строгом соответствии со вторым началом термодинамики, тут же начинает свою *диссипативную* активность. Иными словами, начинает необратимо излучать во внешнюю среду имеющуюся у нее энергию, а значит, терять ее. Потери этой энергии должны быть пополнены извне – иначе частица тут же превратится в часть однородного пространства, которой была еще недавно. Она будет оставаться частицей до тех пор, пока будет осуществлять такой обмен (метаболизм) с внешней средой. И частица такой обмен осуществляет, раз она остается частицей.

Парадокс заключается в том, что такую деятельность в состоянии осуществлять только система. Ведь это предполагает и информационный контроль процессов, и определенную (пусть и примитивную) переработку энергии. Иначе говоря, чтобы стать «самым элементарным кирпичиком мироздания», частица сама должна состоять из других «элементарных кирпичиков». Круг замкнулся... Как природа решила эту задачу, создав в образе первой частицы открытую стационарную систему, – одному Богу известно! В данном случае эта расхожая фраза, вполне вероятно, становится носителем истины...

Парадокс природы: чтобы быть элементарной, частица должна быть сложной...

Примечание

С появлением первочастицы начал реализовываться триединый механизм взаимодействия сущностных начал Природы (энергия - информация - синергия), который является как бы отражением механизма Божественной Троицы. Правда, и сама частица не могла бы возникнуть без этого механизма, материализуя самим своим существованием триаду указанных сущностных начал природы.

Воспроизводством феноменов стационарности и открытости загадки Природы не заканчиваются – мы к ним еще вернемся... Сейчас же, видимо, уместно подвести некоторые итоги обозрения первых шагов творчества Природы (если наши высказанные исходные предположения в какой-то степени соответствуют истине).

Формирование первозданных частиц явилось знаменательным этапом эволюции природы. Их значение выражается в следующем:

- впервые появились *открытые стационарные системы*, способные создавать в определенном месте пространства разницу энергетических потенциалов (первый шаг к эмансипации энергетической потенции природы);
- появилась первооснова *информации* (первое что-то, что отличается от остального);
- возникла основа реализации *синергетического феномена* (впервые появилось что-то, что может объединиться с чем-то);
- началась реализация *триединства сущностных начал* (энергия – информация – синергия), которые можно считать отражением Божественной Троицы;
- включились *механизмы обратной связи*, обеспечивающие существование и развитие материальных объектов; это те механизмы, при помощи которых частицы реагируют на изменение условий внешней среды;
- сформировались предпосылки задействования *бифуркационных механизмов* эволюции (т.е. механизмы разветвления направлений развития); они формируют возможности *естественного отбора* (возникает многообразие, из которого можно выбрать);

- появилась первая *волна* (ведь частицы обладают волновыми свойствами), а с ней свойство нелинейности и средство синхронизации отдельных частей пространства.

Указанный перечень можно продолжать еще долго. Ведь появление первой частицы знаменовало собой начало вообще каких-либо *изменений* (появилось что-то, что может изменяться). Это также начало *необратимых* превращений. Они начались с первой энтропийной *диссипации* энергии. А это, в том числе, означает, что была запущена «*стрела времени*», и стало формироваться *пространство*. Мир начинал обретать свойства материальности. Наконец, это начало *вероятностности* и *неопределенности* мира (со свободой частицы реагировать на изменения среды миру дарована свобода изменяться).

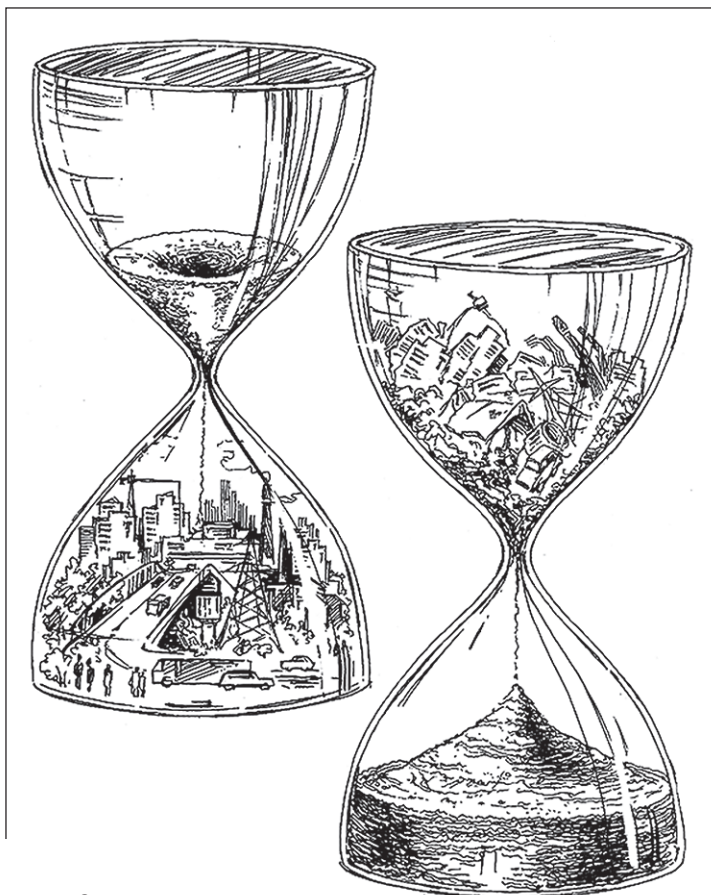
Но произошло еще одно явление, которому следует уделить особое внимание: стала реализовываться и развиваться память Природы – основа формирования информации.

Заметки на каждый день

- Каждый из нас представляет собой «динамическую матрешку»: наш организм состоит из клеток, клетки - из молекул, молекулы - из атомов, атомы - из электронов, протонов и нейтронов, т.е. - из более мелких частиц, которые, в свою очередь, состоят из элементарных частиц более мелкого уровня и т.д. Чтобы мы жили, двигались и работали, все уровни должны быть строго синхронизированы. Организм должен подчиняться воле человека, организму должны быть послушны клетки, клеткам - молекулы, молекулам - атомы... Это колоссальное искусство - управлять «динамической матрешкой»! Чтобы разуму было подвластно тело и... мысли. Чтобы голове были послушны руки и ноги, а мы могли мыслить так, чтобы обеспечить существование всего остального.
- Врачи утверждают, что в машине выходят из строя те части, которые работают, а в организме те, которые не работают. Чтобы все части наших «динамических матрешек» были исправны, они должны постоянно работать, быть в тренаже...
- То, что нашему разуму подчиняются (во всяком случае, как правило подчиняются) все уровни нашей «динамической матрешки» - не вызывает вопросов. Вопрос вызывает другое: является ли сам разум верхним уровнем матрешки? Если нет, то кому подчиняется он и каковы механизмы этого подчинения?
- Из телепередачи времен «оранжевой революции»: «Если в журавлином клине вдруг выбывает вожак, стая находит нового, который ведет ее вперед. Если же вожак останется один, он не сможет лететь, так как не будет знать,

куда. Оказывается, лидируя, вожак всего лишь выполняет волю коллективного разума стаи...» (С. Сорока). Самое время вспомнить вывод мудрого тамады из «Кавказской пленницы»: «Так выпьем же... чтобы никто из нас не отрывался от коллектива!».

- Удивительно, но электрон, имея массу покоя, состоит из частиц, ни одна из которых такой массы не имеет. Электрон обретает свою массу как бы из движения и времени... иными словами, за счет того, что он может вращаться. Это роднит электрон с людьми, которые тоже обретают свой вес в обществе, благодаря умению «крутиться». Реализуется любимая формула великого комбинатора: «время, которое мы имеем, - это деньги, которых мы не имеем».



Глава 5

*Саморазвитие:
разрушая создай*



От простого к сложному

Безусловно, происхождение жизни является чрезвычайно волнующим моментом на общем фоне эволюции природы. И открытие механизмов самоорганизации *стационарных систем* нас интересует прежде всего с точки зрения возможности заглянуть в источники зарождения жизни. Но разве меньшего внимания заслуживают процессы самоорганизации на отрезках эволюционной спирали до возникновения жизни и ее последующего развития?

Образно говоря, разве в пьесе под названием «Эволюция, или самоорганизация природы» менее драматичными событиями являются *возникновение вещества*, а еще до этого – *происхождение материи*?

Разве не являются устойчивыми *открытыми стационарными системами* все те кирпичики, из которых формировалась эволюция природы:

- элементарные частицы с массой покоя, равной нулю (фотоны, лептоны, кварки, гравитоны, пр.), – носители физических полей; в современной физике они кандидаты на роль истинно элементарных частиц и строительного материала материи;
- элементарные частицы с ненулевой массой покоя (материальным носителем наименьшей массы и наименьшего заряда в природе является электрон) – строительный материал вещества;
- атомы – «строительные блоки» для химических элементов;
- молекулы – конструкционные материалы для химических соединений и клеток;

- химические вещества, из которых состоят объекты материального макромира (вплоть до планет и звезд);
- макрообъекты, из которых формируются космические системы;
- космические мегасистемы – галактики и Вселенная?

Гипотеза

Первые появившиеся частицы были нестабильными элементарными частицами без массы покоя и с кратчайшим временем существования. Пригожин отождествляет их с черными мини-дырами, которые распадаются на обычную материю и излучение.

Появление и распад первых частиц создают предпосылки к возникновению пространства-времени. Пропорционально скорости рождения частиц начинается производство энтропии. В результате преобразования пространства-времени (производство энтропии) возникают стабильные частицы, существующие поныне.

Итак, последовательность рождения материи выглядит следующим образом: «спонтанная флуктуация → точка бифуркации → черные минидыры → пространство-время → частицы» (Пригожин и др., 2000а).

Похоже, что возникновение жизни явилось лишь закономерным результатом непрерывного процесса самоорганизации природы. Но, едва возникнув, живые организмы сами стали исходными звеньями формирования последующих открытых стационарных систем более высокого уровня, продолжая все тот же ход неумолимой закономерности самоорганизации.

Основные вехи самоорганизации природы:

- возникновение материи;
- формирование вещества;
- происхождение жизни;
- зарождение интеллекта;
- образование ноосферы.

Аргументы ученого

Александр Чалый: «Биологами обнаружены и описаны грибы-слизевики, названные социальными амебами. И вот почему. Когда у слизевиков достаточно питания, они существуют изолированно - как фермеры в сельском хозяйстве. Но стоит появиться «признаку голода», и грибы агрегируются в спиральную структуру, своеобразные «артели». Как это происходит? Каждый голодный слизевик-одиночка начинает в режиме определенных импульсов выделять химические вещества (морфоген) и АМФ - циклический аденозинмонофосфат. Такая простран-

ственная метка и позволяет амебам объединиться, отыскать друг друга, проявив некое подобие социального поведения...

Синергическую окраску имеет и магия толпы, вплоть до бунтов и беспорядков, и обстановка атаки в бою («Когда на смерть идут, поют...»), и панический ужас, и положительный эмоциональный резонанс в студенческой аудитории и театральном зале. Но это то, что бросается в глаза и лежит на поверхности. Синергетика дает возможность моделировать такую самоорганизацию» (Чалый, 2000).

Следует обратить внимание на одну чрезвычайно важную особенность. При интеграции систем более низкого уровня в систему более высокого уровня возникает новое качество, обладающее свойством *эмерджентности*. Напомним ее краткое античное определение: *целое больше суммы его частей*. В данном случае наблюдается не простой переход количества в качество, но особая форма интеграции, подчиняющаяся иным законам формообразования, функционирования и эволюции. Например, молекула обладает иными свойствами, чем составляющие ее атомы, в то время как значительно большее скопление атомов, не объединенных в молекулы, не даст качества молекулы, а механическое сосредоточение всех необходимых для построения организма молекул, даже отдельных органов, не дает организма.

Слово классику

«Мы очень много знаем о свойствах кислорода и водорода и, конечно, знаем, что их соединение - вода - будет образовывать систему, молекула которой состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Но мы совершенно беспомощны в объяснении свойств этой системы. Почему, например, плотность воды до поры до времени, как и других веществ, растет вместе с падением температуры? Но ниже 4 градусов Цельсия она падает. В чем секрет такой аномалии? Можно ли сборку этой системы, называемую водой, полностью объяснить известными нам законами физики и химии и редуцировать изучение свойств воды к изучению атомарного уровня ее компонентов? На подобный вопрос у нас пока нет ответа» (Моисеев, 1990).

Дивергенция или конвергенция?

Рассмотренные процессы самоорганизации характеризуются непрерывным усложнением и ростом разнообразия организационных форм материи. Известный ученый Н.И. Моисеев (Моисеев, 1990) назвал указанную тенденцию законом *дивергенции* (от

лат. *divergo* – отклоняюсь, отхожу; отсюда, видимо, англ. *diversity* – многообразие).

Мы убедились, что этот закон справедлив в равной степени на различных этапах развития материи: добиологическом, биологическом и надбиологическом.

Примечание

Существует и иной взгляд на процессы эволюции природы. Сторонники другой точки зрения отвергают *дивергенцию*. Например, в биологии последователи академика Л.С. Берга утверждали возможность *конвергенции*, то есть схождения форм (Моисеев, 1990).

Логика сторонников конвергенции становится понятней, если ознакомиться с дискуссией в Интернете православных священников. Точнее, это полемика сторонников конвергенции с их оппонентами. В двух словах эту полемику можно охарактеризовать следующим образом. Приверженцы дивергенции (к ним, кстати, относился и А. Мень) считают, что божественный замысел реализуется путем развертывания программы (кода) самоорганизации мироздания. Сторонники же конвергенции полагают, что мир был сотворен Богом во всем многообразии и совершенстве путем целенаправленного акта творения (креации). Вся дальнейшая эволюция природы является процессом ее постепенной деградации и разрушения. Соответственно, все сложное упрощается, а многообразие «укрупняется» (объединяется) до более простых и примитивных форм. Следствием такого процесса является существенное замедление развития, сокращение числа научных и технических открытий, которое, по мнению сторонников концепции, мы наблюдаем в наши дни. (Возможно, к такому «замедлению» можно отнести научно-техническую революцию последних десятилетий XX века – телевидение, авиатехника, космические технологии, компьютер, лазер, Интернет, нанотехнологии и многое другое, – буквально за несколько десятилетий до неузнаваемости изменившую нашу жизнь?)

Пожалуй, наиболее радикально высказали позицию сторонников конвергенции сотрудники Московского института медико-биологических проблем РАН Александр Белов и Владимир Витальев. Согласно их теории, обезьяны и все другие живые организмы вплоть до растений и простейших произошли от ...человека. Этот путь развития, который коренным образом отличается от теории Дарвина, ученые назвали инволюцией.

По теории Белова – Витальева, «человек разумный» не только существовал в одно время с динозаврами, древними сине-зелеными водорослями, но и появился раньше всех живых организмов. Только благодаря своим неразумным устремлениям и проявлениям человек стал деградировать в обезьяну, из обезьяны в других зверей, затем в земноводных, рыб, простейшие организмы вплоть до растений и одноклеточных, – считают ученые (Обезьяна, 2001).

Даже если это какая-либо научная шутка, она тем не менее очень поучительна, так как затрагивает вполне серьезные проблемы, доводя научную кон-

цепцию до логического конца. Среди многих напрашивающихся вопросов к авторам теории хочется выделить лишь несколько. В частности, как и Красной Шапочке, любопытно узнать: «Почему такие зубы, уши, ноги и... прочие органы нужны были человеку, живущему среди микробов и амёб?». Впрочем, в то время не было и их. Они появились значительно позже как крайняя степень деградации человека. Но как тогда человек переваривал пищу, которой правда, тоже не существовало?

Итак, на протяжении миллиардов лет прослеживается железная закономерность: эволюция природы неуклонно и последовательно идет по пути увеличения упорядоченности через самоорганизацию открытых стационарных систем: от хаоса к порядку, от простого к сложному, от низшего к высшему. Но вот парадокс (и очередная загадка): все годы сознательного восприятия человеком мира процессы разрушения считаются более естественными, чем процессы созидания.

Что естественнее: разрушение или созидание!

Безусловно, переход порядка в хаос воспринимается естественней, чем наоборот. Действительно, ломать не строить, все плохое происходит само собой – все хорошее надо готовить. Любому, даже ребенку, известно, что тепло переходит от более нагретого тела к менее нагретому, а не наоборот. Впрочем, подобное восприятие естественности перехода от порядка к беспорядку и неестественности обратных процессов до недавнего времени господствовало не только на бытовом уровне, но и в науке. В частности, естественность деструкции природы научно обоснована светилами термодинамики.

Научное отступление

Уже в первом законе (начале) термодинамики Ю.Р. Майер (1842) и Г. Гельмгольц (1847) отразили тот факт, что безвозвратные потери тепла неизбежны. Путем точных экспериментов они было доказали, что при превращении тепловой энергии в механическую часть ее бесполезно рассеивается (диссипирует).

Еще дальше пошли во втором начале термодинамики Сади Карно (1824) и Р. Клаузиус (1850). В более упрощенной формулировке последнего закон обосновал истину, в которой вроде бы никто и не сомневался: «Тепло не может перетечь самопроизвольно от холодного тела к горячему». Чуть позже тот же Клаузиус (1876) использовал для характеристики бесполезных потерь тепла

понятие *энтропии*. А Л. Больцман даже назвал ее *мерой беспорядка*. Выходило, с безвозвратными потерями тепла (ростом энтропии) падала способность системы к упорядоченности. Что, в общем, и логично: чем меньше запас (потенциал) энергии, тем меньше порядка, т.е. возможности произвести какую-либо работу.

Но Клаузиус на этом не успокоился. Опираясь на два постулата собственного авторства: 1) энергия Вселенной всегда постоянна; 2) энтропия Вселенной всегда возрастает, - он сформулировал знаменитое следствие второго начала термодинамики о тепловой смерти Вселенной. Действительно, если дополнительной энергии во Вселенной (предполагается, что она является закрытой системой) взяться неоткуда, энергия неуклонно рассеивается. Рано или поздно следует ожидать ее равномерного распределения во Вселенной. И тогда наступит состояние термодинамического равновесия (максимум энтропии), которое у обывателя ассоциируется с *полным покоем*, а у физиков с *абсолютным хаосом*.

Казалось бы, приоритет процессов разрушения предрешен самой природой. Уже к концу XIX века в обиход физиков вошло благозвучное слово *энтропия*, которому суждено было стать универсальным символом саморазрушения любых систем. Поначалу же энтропия трактовалась лишь как характеристика (доля) необратимых потерь тепловой энергии.

Мы уже знаем: для того чтобы оставаться системой, система должна совершать работу постоянно, воспроизводя себя ежесекундно. Рассеивая энергию (на языке физиков – *производя энтропию*), система теряет и определенную возможность производить работу, в том числе и по самовоспроизводству. Это будет означать начало саморазрушения (деградации) системы, если она своей деятельностью не сможет компенсировать энтропийные потери (утрату необратимо рассеянной энергии). То, что открытые стационарные системы с успехом научились создавать, обгоняя производство энтропии, природа демонстрирует в масштабах Земли.

Мы уже убедились, что наряду с очевидной способностью природы к саморазрушению существует ее потенция к самоорганизации и повышению уровня упорядоченности.

Возможно, самосозидание также естественно в природе, как и саморазрушение? Может быть, эти два начала: создание и деструкция – неразрывны в природе с самого начала?

Еще Ф. Энгельс с присущей ему интуицией естествоиспытателя заметил несостоятельность попыток объяснить основы мироздания лишь на основе односторонней трактовки законов термодинамики.

Заглядывая в первоисточник

«В каком бы виде ни выступало перед нами второе положение Клаузиуса... согласно ему, энергия теряется, если не количественно, то качественно. Энтропия не может уничтожаться естественным путем, но зато может создаваться. Мировые часы сначала должны быть заведены, затем они идут, пока не придут в состояние равновесия, и только чудо может вывести их из этого состояния и снова пустить в ход. Потраченная на завод часов энергия исчезла, по крайней мере в качественном отношении, и может быть восстановлена только путем толчка извне. Значит, толчок извне был необходим также и вначале; значит, количество имеющегося во Вселенной движения или энергии не всегда одинаково; значит, энергия должна быть сотворена; значит, она сотворима, значит, она уничтожима. Ad absurdum» (Энгельс, 1982, с. 249-250).

Рассматривая приводящие к абсурдным выводам следствия Клаузиуса из того начала термодинамики, Ф. Энгельс заключает: «Кругооборота здесь не получается, и он не получится до тех пор, пока не будет открыто, что излученная теплота может быть вновь использована (там же, с. 165), «...пока не будет открыт закон, обратный закону движения неорганической материи» (там же, с. 248). «Вопрос будет окончательно решен лишь в том случае, если будет показано, каким образом излученная в мировое пространство теплота становится снова используемой. Учение о превращении движения ставит этот вопрос в абсолютной форме...» (там же, с. 248).

Повторим для себя еще раз тот закон движения неорганической материи, о котором упоминает Ф. Энгельс: *энтропия необратимых процессов возрастает, или: необратимое рассеяние энергии стремится в неживой природе к максимальному проявлению.*

Ограниченность действия закона возрастания энтропии была доказана австрийским физиком Л. Больцманом, когда он понял, что энтропия является не только, а может, не столько энергетической, сколько статистической характеристикой.

Ученый убеждает

«Исходя из того, что теплота есть энергия беспорядочного, хаотического движения частиц вещества, Больцман на основе молекулярно-кинетической теории продемонстрировал, что закон возрастания энтропии неприменим к Вселенной, потому что он справедлив лишь для статистических систем, состоящих из большого числа хаотически движущихся (или расположенных) объектов, поведение которых, определяемое изменением параметров состояния (для газов, например - давление, температура, удельный объем), подчиняется законам теории вероятностей. Возрастание энтропии таких систем указывает лишь наиболее вероятное направление протекания процессов. И не исключает - более того, с необходимостью

предполагается - возможность маловероятных событий, называемых флуктуациями, когда энтропия уменьшается» (Алексеев, 1983).

Этот вывод Л. Больцман сделал на основе прямой связи, которую он установил между энтропией и термодинамической вероятностью состояния рассматриваемой системы. Таким образом, Больцманом была подготовлена почва для закона, обратного закону движения неорганической материи.

Благодаря учению о биосфере В.И. Вернадского мир, наконец, узнал о той сущности – живой материи, которая в условиях Земли снова и снова «заводит Мировые часы». Квинтэссенцию своего учения гениальный ученый сформулировал в виде первых двух принципов эволюции *живой природы*, называя их биогеохимическими (Вернадский, 1978):

1. Свободная (биогеохимическая) энергия стремится в биосфере к максимальному проявлению.

2. При эволюции видов выживают те организмы, которые своей жизнью увеличивают свободную энергию.

Первый из принципов является одной из частных форм того самого закона, который не только «компенсирует» потери рассеянной энергии, но и с лихвой ее «перекрывает» возможностью продуцировать «свободную энергию» за счет внешних источников. Второй принцип «открывает» тот *критерий отбора*, которому следуют все эволюционные процессы на Земле.

Примечание

Здесь уместно, видимо, прокомментировать смысл «свободной энергии», без чего затруднительно понять и содержание упомянутых законов Вернадского. «Свободная энергия» - термин условный. Он - своеобразный антипод *энтропии* (хотя и является совершенно разнородной величиной). Имеется в виду, что если *энтропия* характеризует потерю возможности системы совершать работу по своему упорядочению, то *свободная энергия*, наоборот, отражает способность (потенциал) системы к совершению работы, в том числе, по воспроизводству самой системы. Если же сказать еще проще, то энтропия характеризует потери энергии (долю необратимо рассеянной энергии), а свободная энергия - ту часть энергии, которая может быть полезно использованной (подробней мы к этому вернемся в последующих главах).

Мы имели возможность не раз убедиться, что природа тщательно готовит все свои творения, начиная с нуля. Уникальная

способность живого увеличивать организованность природы планеты за счет снижения энтропии в определенном объеме пространства – тоже не исключение. Последние достижения *синергетики* показали, что живое получило это свойство уже опробованным на «структурах с коллективным поведением» неживой природы. Вот только на вопрос о первотолчке, *толчке извне*, даже синергетика ответить не смогла. Она лишь перевела вопрос из энергетической плоскости в *информационную*.

В свете последних достижений синергетики мы, видимо, могли бы расширить смысловое звучание первого принципа (закона) В.И. Вернадского, а именно: *свободная энергия стремится в открытых стационарных системах природы к максимальному проявлению*. В последующих главах мы подробнее остановимся на содержании понятия «свободная энергия». Пока же скажем, что оно характеризует способность (потенцию) к выполнению работы.

Таким образом, одна из формулировок закона, отражающе-го способность природы к самоорганизации, вероятно, могла бы звучать следующим образом: *в природе существует потенция к увеличению упорядоченности, которая реализуется через самоорганизацию открытых стационарных систем*.

Самосозидание является таким же неотъемлемым свойством природы, как и ее саморазрушение.

Нет, открытые стационарные системы не нарушили второе начало термодинамики, обосновывающее закон деструкции природы. Более того, возможно, именно они его и породили, начав процесс диссипации энергии. Но одновременно был рожден и другой закон – *Великий закон самоорганизации Мироздания*, к прозрению которого человечество подошло лишь к концу XX века.

Слово классикам

Илья Пригожин, Изабелла Стенгерс: «Законы природы более не противопоставляются идее истинной эволюции, включающей в себя инновации...» (Пригожин и др., 2000а).

Процессы *самоорганизации* (созидания) и *деструкции* (разрушения) неразрывны с самого начала эволюции природы.

Добро и Зло в физических терминах

В свете теории самоорганизации систем становится понятней содержательная основа многих общепризнанных истин, которые обычно воспринимаются как аксиомы без доказательства. Почему, например, неизбежны вечное сосуществование и борьба Добра и Зла?

Увы, в этом мире действительно *созидание* и *деструкция* всегда следуют рядом. Процессы развития *открытых стационарных систем*, в конечном счете, направлены на извлечение из внешней среды и накопление энергии. Именно эти процессы условно могут быть названы *созиданием*. Они ассоциируются обычно с вечным Добром.

Но эти же процессы неизбежно сопряжены и с деструкцией. Более того, можно сказать, они ее обуславливают. Ведь разрушить можно лишь появившийся порядок; абсолютный хаос, или вечный покой (что то же самое), разрушить нельзя.

Диссипация энергии, т.е. ее безвозвратное необратимое рассеивание – это неотвратимое следствие, порождающее отходы процессов созидания. Потеря энергии системой и является одним из процессов ее *деструкции (разрушения)*. Ибо любой порядок возможен только при наличии энергетического потенциала. С его снижением упорядоченность системы падает, что равносильно процессу разрушения системы. Кроме того, не следует забывать о тех последствиях, которые вызывает диссипация энергии для внешней среды. В реальной жизни частным случаем этого являются процессы разрушения (загрязнения) природы.

Фактически синонимами термина «диссипация энергии» являются «производство (увеличение) энтропии», «снижение упорядоченности системы», «рост беспорядка в системе» – то есть все то, что может быть названо *деструкцией* и ассоциируется с понятием вечного Зла.

Увы, процессы существования стационарных систем неразрывно связаны с *диссипацией энергии*. Именно по способности рассеивать (диссипировать) тепло можно отличить стационарные самоорганизующиеся системы от «мертвых», застывших образований. Эти свойства дали основание И. Пригожину называть стационарные системы «диссипативными структурами»,

или «структурами, производящими энтропию» (иными словами, беспорядок).

Едва родившись, *порядок* начинает разрушаться. Более того, *не разрушаясь*, он перестает быть *порядком*.

Примечание

Теперь кажется понятным, почему та природная сущность, которая так ярко воплощена Гете в образе Мефистофеля (известны и другие его псевдонимы: Люцифер, Дьявол, Нечистая Сила, Воланд и т.д.), называется Падшим Ангелом. Падший - потому что основная его функция - разрушение. Ангел - потому что эта функция так же гармонично необходима в природе, как и созидание, являясь неотъемлемым спутником и порождением последнего.

Созидание порождает разрушение, спутником *добра* является *зло*. Любое строительство начинается с разрушения, причем не только места будущего строительства – без расчистки территории оно не начнется, но и все стройматериалы добываются в процессах деструкции природы. Существование любого биологического вида неизбежно связано с отходами жизнедеятельности, которые разрушают существующую среду, создавая новую и готовя почву для будущих «структур с коллективным поведением». Наши плодородные черноземы – это разрушенные остатки минувших экосистем. Даже несущий жизнь кислород является отходом жизнедеятельности сине-зеленых водорослей, «отравивших» таким образом атмосферу Земли в прошлом и создавших условия для развития ныне существующего биологического мира.

Навстречу чему открыты открытые стационарные системы!

Единство созидания и разрушения, которые соотносятся с образами вечного Добра и Зла, и составляет цельную картину процесса под названием *развитие*, в котором мы все живем.

Литературное отступление

Монолог попа из рассказа В.М. Шукшина «Верую»: «...Теперь я скажу, что Бог - есть. Имя ему - Жизнь... Это суровый, могучий Бог. Он предлагает добро и зло

вместе... Чего мы решили, что добро должно победить зло? Ты правильно догадался: у верующих душа не болит. Но во что верить? Верь в Жизнь...» (Шукшин, 1975).

Да, наука ответила на вопрос, как это все происходит. Но остается без ответа главный вопрос: почему?

Почему могут возникать спонтанные флуктуации частиц?

Почему, являясь лишь мгновение назад разрозненной безжизненной массой, частицы могут проявить согласованность (когерентность), объединившись в структуры с коллективным поведением?

Почему у этой структуры возникает способность реагировать на изменения внешней среды?

Почему она способна удерживать в однородном доселе пространстве неоднородную разность потенциалов?

Почему еще недавно случайные образования – частицы обретают способность конкурировать друг с другом?

И наконец, откуда у неживых, бездушных сгустков пространства под названием *открытые стационарные системы* берутся все эти признаки живых организмов?

А может быть, основной секрет заключается не в том, что системы *стационарные*, а в том, что они ОТКРЫТЫЕ? Как и вся наша Вселенная... И дело не в самом факте *открытости*, а в той Абсолютной Сущности, навстречу которой они *открыты* (!). С которой все начинается и чем продолжается в вечность...

Заметки на каждый день

- Оказывается, жизнь - это способность противостоять естественному саморазрушению систем, а созидание - это умение опережать процессы саморазрушения.
- Бога часто сравнивают со скульптором... Но есть существенное различие. Творения скульптора, после того как их создали, могут лишь саморазрушаться. Акт Божественного создания - лишь начало процесса саморазвития произведенного им на свет творения. Лишь немногим гениям удастся в этом мастерстве приблизиться к Богу... Тем, кто создает самосовершенствующиеся творения (коллективы, фирмы, сообщества). Такое может проявиться лишь в коллективах, созданных на принципах любви. Подобным было созданное Н. Неплюевым на севере нынешней Сумской области Христовоздвиженское братство. Оно просуществовало 40 лет, находясь постоянно в прогрессивном развитии...

- Из телепередачи времен «оранжевой революции».

Ведущий: «Как вы можете объяснить феномен Майдана?»

Врач: «Это процесс выздоровления нации. Процессы болезни и выздоровления протекают похожим образом как на уровне отдельного организма, так и на уровне сообществ. Болезнь сопровождается диссимиляцией (т.е. разъединением), а выздоровление - ассимиляцией (т.е. объединением)» (С. Сорока).

К этому можно добавить лишь удивленное: «Так вот, оказывается, откуда столько позитива!» Это высвободилась колоссальная энергия, уходящая ранее безвозвратно через обрывки связей между людьми и саккумулированная восстановленной любовью друг к другу и родившемуся единому сообществу.



Глава 6

Постигая «логику» развития природы



У истоков памяти и информации

Обратим внимание на чрезвычайно важное обстоятельство, которое, как представляется, незаслуженно остается в тени. Видимо, более непостижимым и непонятым является не сам факт некой самопроизвольной флуктуации (т.е. энергетического возбуждения пространства), из которой родилась первая частица, а то, каким образом Природе удалось «зафиксировать это в памяти» для последующего многократного воспроизводства физических характеристик возбуждения, а главное, их репродукции, т.е. воспроизводства в пространстве и времени похожих копий прачастицы, повторяющих ее ключевые свойства.

По мнению украинских ученых Н.В. Косинова, В.И. Гарбука и Г.В. Сидоренка, «на границе перехода непрерывной субстанции в дискретное вещество берут начало фундаментальные взаимодействия и физические законы. Здесь зарождаются все фундаментальные, физические и космологические константы. Эта «законоформирующая» и «константоформирующая» стадия требует пристального внимания ученых» (Косинов и др., 2002).

Примечание

С этим, пожалуй, можно согласиться с одной оговоркой: заменить в высказывании слова «дискретное вещество» на «дискретное состояние». Ведь свойства дискретности проявляют не только частицы, имеющие массу покоя (и, следовательно, формирующие вещество), но и, условно говоря, энергетические частицы, не имеющие массы покоя. Они ведь тоже обладают свойством так называемого корпускулярно-волнового дуализма (т.е. проявляют одновременно свойства и дискретной частицы, и волны).

Удивительно, но каждая *природная сущность* (частица, атом, молекула, клетка и т.д.) безошибочно «помнит», а главное,

поддерживает относительное динамическое постоянство своих параметров (например, заряда, массы, спина, пр.), именуемое *гомеостазом*. В этом проявляется свойство *стационарности* указанных природных сущностей. Для того чтобы его реализовать, необходимо (как уже отмечалось выше) обладать еще одним качеством – *открытостью*. Природная сущность должна поддерживать энергетически-информационный обмен (метаболизм) с внешней средой. Например, чтобы удерживать нужный заряд, частица должна иметь возможность выбросить наружу лишнюю энергию (при ее избытке) или, наоборот, подпитаться извне (при недостатке энергии).

Поддержание гомеостаза – не только, а может, не столько *энергетическая* задача (хотя только лишь на приведение в действие соответствующих механизмов система уже вынуждена расходовать энергию). В первую очередь, это задача *информационная*. Система должна информационно управлять своими параметрами, реагируя на изменения внешней среды. Для этого она оперирует механизмами *обратной связи*: *отрицательными* – при сохранении существующего уровня гомеостаза и *положительными* – при переводе гомеостаза с одного уровня на другой. Следует также отметить два важных обстоятельства.

Первое. Природные сущности должны «заботиться» не только о своем собственном состоянии (поддержании уровня гомеостаза), но и о соблюдении неких «общих правил» совместного существования и взаимодействия. (Это как в автомобильном движении. Если автомобилист один, он может ездить, как ему заблагорассудится. Если же автомобилистов много, нужно соблюдать правила дорожного движения.) По всей вероятности, эти правила взаимодействия природных сущностей «писались» Природой в процессе формирования пространственно-временного мира. Они зафиксированы в так называемых физических законах и фундаментальных константах (последних сформулировано около 50). Наиболее известные из них показаны в табл. 6.1.

Примечание

Удивительным фактом является и само существование подобных правил, и то, что они где-то «записаны» в памяти Природы, и то, что все природные сущности «помнят» эти правила и безукоризненно их соблюдают. Впрочем, насколько помнят и соблюдают – мы можем только предполагать. Возможно, и среди них много нарушителей...

Таблица 6.1. Содержание некоторых фундаментальных физических констант (Физический, 1995; Косинов и др., 2002)

Наименование	Краткий комментарий
Скорость света	скорость распространения в вакууме любых электромагнитных волн (в т.ч. световых) ($c = 299\,792,5$ м/с)
Элементарный электрический заряд	Наименьший электрический заряд (положит. или отрицат.), равный по абсол. величине заряду электрона ($e = 4,803\,250 \cdot 10^{-10}$ ед. $\approx 1,6 \cdot 10^{-19}$ К)
Масса электрона	$m_e = 9,109\,381\,88 \cdot 10^{-31}$ кг $\approx 0,511$ МэВ
Масса протона	$m_p = 1,672\,614 \cdot 10^{-27}$ кг
Отношение масс протона-электрона	$m_p/m_e \approx 1836$
Магнетон Бора	единица магнитного момента, обусловленного орбитальным движением и спином электрона $\mu_B \approx 9,27\,400\,899 \cdot 10^{-24}$ эрг/кг·с
Магнитный момент электрона	отношение магнитного момента электрона к магнетону Бора $\mu_e/\mu_B \approx -1,00116$
Постоянная Планка (квант действия)	фундаментальная физическая константа, определяющая широкий круг физических явлений, для характеристики соотношения между классической и квантовой механикой (т.е. соотношения процессов макро- и микроуровней) $h = 6,62\,606\,876 \cdot 10^{-34}$ Дж·с $= 6,62\,606\,876 \cdot 10^{-27}$ эрг
Гравитационная постоянная	фундаментальная физическая константа, определяющая силу притяжения материальных тел в зависимости от их масс и расстояния между ними $G \approx 6,673 \cdot 10^{-11}$ Н·м ² /кг ²
Постоянная Ридберга	фундаментальная физическая константа, входящая в выражение для уровней энергии и частот излучения атомов $R = 10\,973\,731,77$ м ⁻¹

Второе обстоятельство связано с тем, что для построения Вселенной оказывается недостаточно только строгого «соблюдения правил» отдельными сущностными единицами (частицами, атомами, молекулами, клетками и т.д.). Необходимо, чтобы они, «не нарушая правил», обладали «искусством» определенного «маневра». Это обусловлено главным образом необходимостью реализации синергетического механизма. Для того чтобы в условиях случайностного и вероятностного мира отдельные элементы сформировали систему, от них требуется, как минимум, два качества. Первое – они должны реагировать на изменение внешней среды не только с позиций поддержания собственного гомеостаза – необходима подгонка их поведения под поведение

всей системы, в которую элементы включаются. Это тоже информационная задача. Второе – входящие в систему элементы должны координировать (синхронизировать) свою деятельность между собой. На языке физики это называется *явлением когерентности*, а в синергетике получило название «коллективного», или «кооперативного» поведения. Последнее, в свою очередь, возможно при двух условиях: во-первых, если между элементами устанавливается определенная информационная связь (а для этого нужны средства связи – носители информации – и некий «язык», кодирующий информационные символы посредством изменения материальных, т.е. вещественно-энергетических носителей); во-вторых, если элементы без помех будут получать указанную информацию, безошибочно понимать данный язык и адекватно на него реагировать.

Чтобы создать систему, ее элементы должны есть себя, как живые: 1) реагировать на изменение условий среды; 2) взаимно согласовывать свое поведение.



Примечание

Подчеркнем, что описанные информационные условия справедливы не только, скажем, для биологических систем. Без их реализации невозможно было бы существование всего материального сущностного мира от элементарных частиц до галактических систем. И что интересно: украинским ученым удалось на клеточном уровне экспериментально зафиксировать своеобразные «сигналы Морзе», т.е. «язык», на котором «переговариваются» клетки при помощи малых токов (Рожен, 2003).

Еще одна важнейшая информационная задача, которую удалось решить Природе, связана с репродукцией (воспроизводством) в пространстве и времени первой частицы. Здесь присутствует решение двух различных проблем: во-первых, «тиражирования» возникшей частицы в пространстве, во-вторых, обеспечения преемственности частицы во времени после ее распада.

По признанию Нобелевского лауреата И.Р. Пригожина, «элементарные частицы представляют собой сложные объекты, способные рождаться и претерпевать распады» (Пригожин, 1985). То, что оба явления – как рождение, так и распад частиц – стали рутинными природными процессами, является лучшим свидетельством блестящего «изобретения» и доскональной отладки природой репродуктивного механизма. Исходя из этого, можем предположить, что и на уровне микромира должен существовать свой собственный аналог «генетического кода», обеспечивающего создание новых сущностных единиц, передачу им идентификационных признаков природной сущности и производство новой информации посредством внесения мутационных изменений.

Как видим, рождение первой частицы внесло заметный вклад в формирование информационной картины мира:

- появилась первая информационная *неоднородность* пространства;
- появился материальный *носитель памяти*;
- испытаны механизмы *обратной связи*;
- сформировались *информационные законы* межсущностного взаимодействия (т.е. взаимодействия между отдельными сущностями, например, элементарными частицами);
- установлены средства межсущностной *информационной связи*;
- появилась *свобода* информационного маневра природной сущности.

С появлением первой частицы элементам природы была дарована свобода... Свобода изменений.

Последнее обстоятельство, как нам кажется, заслуживает отдельного комментария.

Предпосылки развития

С появлением первой частицы Природе была дарована *свобода изменений*. У этого явления два аспекта – энергетический и информационный. *Энергетический* аспект заключается в том, что у частицы появляется силовой потенциал, дающий возможность реализовать n -е количество степени свободы. *Информационный* же аспект эмансипации заключается в том, что у частицы появляется свобода *реагировать*. Это значит, что у нее оказывается выбор реализации данной возможности, а фактически формируются векторы степеней свободы.

Со свободой изменений мир становится, во-первых, *вероятностным* (т.е. неопределенным); во-вторых, *стохастичным* (т.е. случайностным). Правда, следует оговорить, что и факторы вероятности, и факторы случайности реализуются в рамках существующих причинно-следственных связей (т.е. строго по определенным законам). Указанные две формы эмансипации – энергетическая и информационная, как мы убедимся дальше, всегда будут идти «в ногу» на всех этапах эволюции природы.

Выполненный анализ истоков эволюции природы позволяет подвести некоторые итоги в постижении направленности эволюционных процессов. В числе ключевых взаимосвязанных и взаимозависимых факторов развития природных систем, видимо, следует выделить:

- формирование энергетической основы развития;
- обеспечение стационарности природных систем (т.е. способности природных существей к длительному удержанию их гомеостаза);
- создание условий для реализации синергетического эффекта;
- воспроизводство предпосылок осуществления бифуркационных механизмов развития;

- увеличение возможностей производства новой информации;
 - формирование адекватных систем памяти.
- Остановимся вкратце на указанных моментах.

Формирование энергетической основы развития

Решение Природой энергетической задачи (как, кстати, и многих других) является ее очередным парадоксом и таинством. Дело в том, что разница энергетических потенциалов, которую неустанно создают природные системы (атомы, молекулы, биологические особи, пр.), нужна им для осуществления работы. Но для создания разницы потенциалов эти системы должны сами выполнять работу. Круг замыкается. Удивительным образом Природа умудряется его разрывать каждым мгновением существования *открытых стационарных систем*. Именно в их глубинах скрываются секреты этого непостижимого таинства.

Каково значение этой разницы потенциалов? Фактически она означает своеобразную эмансипацию сущностей природы, их освобождение из «пут» однородности.

Примечание

Обычно несвобода ассоциируется с силой... С силой сдерживания: оковами, решетками, вооруженной охраной и пр. Но эта сдерживающая сила обычно адекватна *энергии сдерживаемого* (т.е. объектов и субъектов природы, степени свободы которых ограничиваются). Никому не придет в голову удерживать черепаху за стальными решетками, что вполне уместно и естественно для львов и тигров. Но, оказывается, в обобщающее понятие «*энергия сдерживаемого*» должны включаться не только собственно энергетические параметры, например, сила воздействия, которую может развить определенный объект природы, или же скорость передвижения, которая может быть им достигнута. Важно также учитывать и информационные показатели - например, число векторов, в направлении которых может быть реализован энергетический потенциал. Буйволы и бегемоты сильнее обезьян, но могут передвигаться практически лишь в одной плоскости. Поэтому для удержания их достаточно воздвигнуть крепкую ограду чуть выше роста животных. Обезьяна же освоила для своего перемещения еще одно измерение - вертикаль, доказав актуальность информационной компоненты в реализации энергетической потенции. Пространство ее перемещения должно быть ограничено по всему объему. Это лишь один пример, иллюстрирующий роль информации в реализации или ограничении свободы движения. Та же обезьяна вполне может содержаться на острове. Несколько метров водной поверхности для нее - непре-

одолимая преграда, которую легко преодолеют и буйвол, и бегемот. Навыки плавания становятся важным фактором реализации энергетического потенциала.

Собственно, и повседневная наша жизнь убеждает, что факторами, ограничивающими свободу движения, могут быть и немощность и бьющая через край энергия, не имеющая четких информационных ориентиров созидательной деятельности.

Опытные менеджеры обязательно учитывают эти факторы в своей работе. Часто внешне медлительные, но целенаправленные и цепкие «тихони» оказываются более эффективными, чем казалось бы, чересчур энергичные «активисты». Секрет прост. Первый тип исполнителя умеет даже незначительные по величине энергетические импульсы информационно концентрировать на наиболее ответственных направлениях, создавая там критическую массу ресурсов, необходимых для созидательной деятельности. Второй тип людей (условно «кипучих энтузиастов») прodelывает ежедневно огромные объемы работы, не обладая даром информационного упорядочения энергии. В результате значительные энергетические затраты, рассеиваемые по разным (часто второстепенным) направлениям, не способны создать условия для продуктивного созидания. КПД работы таких исполнителей очень низкий.

По этой же причине «тихони», обладающие даром целеустремленного неформального лидерства, в случае их противодействия формальному руководителю могут оказаться значительно опасней «энергичных», но неорганизованных неформалов. Последние своей непоследовательностью сами же разрушают любые свои, в том числе и негативные, начинания.

Таким образом, силу энергетической потенции характеризуют не только собственно энергетические параметры, но и информационные особенности (векторы) реализации энергетических потенциалов.

Наделяя свои творения энергетической потенцией (точнее сказать, способностью создавать разницу энергетических потенциалов), природа не забывает озарять их даром «видения» наиболее эффективных путей использования энергии. Впрочем, «даром» его можно назвать весьма условно, ибо дается он каждой природной сущности дорогой ценой в ходе нескончаемых испытаний естественного отбора.

Эволюция энергетических основ развития природных систем обеспечивается комплексом сложных по форме и глубоких по содержанию процессов. Формируя энергетические системы, природа снабжает их необходимым вспомогательным инструментарием, выполняющим разнообразные обеспечивающие функции. В числе важнейших из них можно выделить создание в определенном месте пространства необходимой разницы энерге-

тических потенциалов, аккумуляцию энергии, ее переработку, трансформацию из одного вида в другой, контроль за эффективностью процессов использования энергии. На различных этапах эволюции природы различные природные сущности по-разному решали задачи воспроизводства указанных функций.

Мы уже вряд ли можем достоверно судить об «энергетическом хозяйстве» микромира. Можно лишь с уверенностью говорить, что его не может не быть. Наверняка существуют «микроэлектростанции» колоссальной мощности, когда-то создавшие (и продолжающие поддерживать) первородную разницу потенциалов упомянутых четырех видов физического взаимодействия (сильного, слабого, электромагнитного и гравитационного). В последние годы ученые активно заговорили также о торсионном виде взаимодействия. Он обусловлен спиновым движением (т.е. вращением частиц вокруг своей оси). Разница потенциалов столь необходима для функционирования природных сущностей на уровне частиц и атомов, а также обслуживания протекающих процессов молекулярного, клеточного и макроуровней... Здесь же, на микроуровне, работают с колоссальной эффективностью «микроаккумуляторы», упаковывающие энергию в двухполюсные блоки субстанций вещественного мира. Безотказно действуют «микротрансформаторы», способные преобразовывать одни виды энергии в другие. И, конечно же, непрерывно функционируют «микрореакторы», трансформирующие энергию в вещество и вещество в энергию.

Энергетику живого мы уже можем изучать, словно в действующем музее научных открытий и технологических изобретений. Здесь можно наблюдать ошеломляющее многообразие форм и механизмов генерирования и переработки энергии.

Зато энергетика социальных систем буквально разворачивается на наших глазах. Сегодня мы являемся очевидцами стремительного прогресса создаваемых человеком технологических энергетических систем. Буквально за триста лет они преодолели путь от ветряных и водяных мельниц, примитивных стационарных паровых машин до сложнейшей энергетической инфраструктуры, включающей высокоэффективные мобильные двигатели и автономные системы питания. Причем здесь, видимо, более примечательным является не само наращивание энергетической мощи (хотя и это имеет место), а колоссальное *информационное совер-*

шенствование систем энергопитания и энергопотребления. Следует выделить несколько наиболее важных моментов. Первое – ошеломляющее *повышение эффективности*, что особенно заметно в некоторых видах деятельности. Наиболее примечательными являются сферы производства информации и коммуникационных услуг. Второе (что связано с первым) – *миниатюризация* энергетических систем. Мы видим, что небольшой батарейки или аккумулятора достаточно, чтобы обеспечить работу компьютера или телефона. Третье (что связано с первым и вторым) – *автономизация* источников энергии. Например, быстродействующий мощный компьютер может часами работать в автономном режиме, т.е. без подключения к централизованным источникам энергии. Здесь мы наблюдаем результаты сразу двух явлений: стремительного снижения энергоемкости компьютерных операций и прогресса в системе аккумуляирования энергии. То же самое можно сказать о мобильной связи, за считанные годы превратившей разрозненных людей в сеть взаимосвязанных (причем постоянно и повсеместно) абонентов.

Постижение условий эмансипации (высвобождения) природы позволяет сформулировать два ключевых направления, по которым природные сущности могут увеличивать возможности реализации своей свободы: 1) наращивание энергетических потенциалов; 2) расширение информационной основы реализации этих потенциалов.

Два ключевых условия свободы: 1) *энергетический потенциал*; 2) *информационный вектор* его реализации.

Обретая энергетические потенциалы и информационные регуляторы их воплощения, природные сущности, а с ними и вся природа в целом, получают свободу движения. В философском смысле это означает возможность не только перемещений в пространстве (хотя и это тоже), но и вообще любых изменений: механических, физических и химических трансформаций, социальных преобразований. А любые изменения – это не только трансформация материальных субстанций, но преобразование информационного содержания сущностей природы. Поэтому движение означает не только трансформацию энергии, но и производство информации.

Проблемы и ловушки стационарности

Все перечисленные задачи развития природы очень тесно связаны между собой. Вот и задача обеспечения стационарности должна рассматриваться в комплексе с задачей поддержания энергетических потенциалов. Ведь поддержание стационарности требует решения двух проблем: во-первых, параметры должны оставаться относительно постоянными, а во-вторых, это постоянство должно быть динамическим, т.е. поддерживаться в условиях непрерывно изменяющейся внешней среды. Это значит, что характеристики системы не могут оставаться постоянными абсолютно, ведь система должна реагировать на изменения внешней среды. Чтобы сохранять наиболее принципиальные параметры, определяющие гомеостаз системы, она должна быть способной изменять много других своих характеристик.

Примечание

Например, чтобы при изменении температуры внешней среды сохранить температуру тела равной 36,6 °С, наш организм должен ускорить или замедлить процессы потоотделения, изменить режим кровообращения, параметры кожи и т.д. Это невозможно без локального изменения температуры в различных частях тела. Значит, чтобы сохранять постоянным температурный режим тела в целом, мы должны многократно изменять его на локальном уровне.

Следовательно, относительное постоянство неосуществимо без постоянной абсолютной изменчивости. Такая непрерывная подстройка требует непрекращающихся затрат энергии. Чем больше перепад изменений внешней среды, тем значительней энергетическая цена подобной подстройки и обеспечения стационарности (поддержания гомеостаза). Энергия расходуется на реализацию механизмов обратной связи и поддержание разницы потенциалов как между системой и внешней средой, так и между отдельными частями самой системы. Теперь задумаемся над тем, что произойдет, если параметры внешней среды будут относительно стабильны, т.е. будут сохранять свои параметры. Чтобы ответить на этот вопрос, нужно прежде рассмотреть еще один: на каком уровне относительно оптимальных значений для поддержания гомеостаза должны установиться параметры внешней среды. Иными словами, какие условия внешней среды могут считаться для системы комфортными.

Примечание

Для человека, у которого за долгие годы эволюции выработался оптимальный температурный режим тела на уровне 36,6 °С, безразлично, в каком климате ему предстоит жить. У северных народов, живущих большую часть года при минусовой температуре, практически вся добываемая энергия уходит на выживание, т.е. на поддержание гомеостаза. На другое просто не хватает ни сил, ни времени. Значительная часть энергии расходуется именно на компенсацию температурной разницы между условиями внешней среды и необходимой температурой тела. Нечто подобное происходит и у людей, постоянно живущих в излишне жарком климате. Там энергия затрачивается на преодоление плюсового интервала между оптимальным и реально существующим значением температуры среды. Естественно, работают другие физиологические механизмы, отвечающие за реализацию процессов отрицательной обратной связи.

Излишне напоминать, что существуют верхние и нижние пределы физико-химических параметров среды, которые могут оказаться критическими для существования открытых стационарных систем любого типа. Значит, чтобы система существовала, параметры среды не должны колебаться в значительных пределах. До известной степени сужение параметров среды позволяет системе экономить свободную энергию на подстройке под изменения среды для поддержания гомеостаза (реализация механизмов отрицательной обратной связи). Но только до известной степени.

Задумаемся теперь над тем, что произойдет, если параметры среды в течение продолжительного периода времени будут оставаться стабильными, причем близкими к наиболее благоприятным значениям с точки зрения поддержания гомеостаза.

Во-первых, это небезопасно для самой системы. В природе все развивается и поддерживается согласно принципу целесообразности. Закалка – это и есть искусственное расширение неблагоприятных условий среды с целью тренировки адаптационных механизмов человека на случай возникновения экстремальных условий. Если система долгое время существует в стабильных и при этом идеальных условиях среды, постепенно отпадает необходимость в способности к реализации механизмов отрицательной обратной связи, обеспечивающих приспособление к изменяющимся условиям среды. Могут деградировать и даже отмирать целые подсистемы (органы), отвечающие за эту функцию. Нет изменений – нет необходимости в адаптации к ним. В

подобных условиях система быстро начинает терять свои адаптационные способности («к хорошему привыкаешь быстро»). Утрачиваются навыки, атрофируются неработающие подсистемы (органы).

Примечание

В племенах, живущих в излишне комфортном и стабильном климате (например, вблизи экватора), время как будто остановилось. Зачем суетиться, если и так все прекрасно. Не нужны ни одежда, ни жилище, которые бы согревали от холода. Да и продукты - буквально под рукой: на соседней пальме. «Зачем нам выращивать растения, когда в мире так много орехов манго?» - ответили однажды бушмены на вопрос о причине отсутствия у них земледелия.

Врачи любят говорить, что у машины изнашиваются те части, которые работают, а у человека – те, которые не работают. Еще быстрее процесс «забывания плохого» происходит при бифуркационных формах развития (при смене поколений). Неумолимый естественный отбор с его критерием минимума диссипации (растрат) энергии очень скоро «выкосит» те единицы систем, которые будут сохранять ненужные навыки и механизмы с невостребованными функциями. И только рудиментарные остатки подсистем (органов) будут хранить память о существовавшей в прошлом необходимости бороться с суровыми условиями среды. Вместо осуществления отбора наиболее приспособляющихся природа будет отбирать и тиражировать наиболее приспособленных. А это далеко не одно и то же...

Да, в благоприятных условиях система получает идеальные возможности для экспансии в среду – происходит быстрое завоевание жизненного пространства. Но вместе с тем узкие пределы колебания параметров среды, создающие идеальные условия для системы, закладывают «мину замедленного действия», которая может взорваться в будущем, если параметры среды хотя бы незначительно отклонятся от оптимума. Противодействовать такому изменению параметров система уже не сможет. Для этого у нее не будет ни необходимого инструментария (утраченных подсистем и навыков реализации механизмов отрицательной обратной связи), ни необходимого запаса «свободной энергии» (невостребованного столь длительный период времени). Кстати, многие ученые именно этим объясняют исчезновение на планете

динозавров – они были слишком приспособленными к существующим на Земле природным условиям. Даже незначительное изменение климата стало роковым – у биологических видов не хватило адаптационного ресурса приспособиться под новые условия существования.

А что же будет происходить, если никакого катаклизма, изменяющего условия среды, не случится? Тогда не случится и никаких изменений в самой системе. Безусловно, за исключением тех, на которые система обречена, поскольку создана Природой как открытая стационарная система. Это значит, что она вынуждена ежемоментно воспроизводить себя в пространстве (прокачивая через себя потоки вещества, энергии и информации) и во времени (формируя свое бифуркационное продолжение в форме потомства). Именно подобная относительная неизменяемость происходит вот уже миллиарды лет с пережившими динозавров термитами, которым удалось «законсервировать» свою внешнюю среду.

Таким образом, значительное сужение параметров среды ставит под угрозу осуществление системой своих жизнеобеспечивающих функций. Они, как мы уже сказали, требуют определенной разницы потенциалов. Итак, это – во-первых. Во-вторых, условия среды должны не только быть благоприятными для существования систем, они должны провоцировать в системе прогрессивные направленные изменения, которые являются живительной средой развития систем.

Все вышесказанное позволяет сформулировать четыре жизненно важные предпосылки развития, определяемые условиями внешней среды.

Первая – интервалы параметров среды не должны быть слишком широкими (иначе системе может не хватать запаса свободной энергии для осуществления механизмов отрицательной обратной связи).

Вторая – эти интервалы параметров не должны быть и слишком узкими (поддержание гомеостаза любой системы возможно только на основе разнообразия, прежде всего, разнообразия энергетических потенциалов).

Третья – интервалы изменения параметров среды должны быть приближены к оптимальным для существования данного типа систем условиям.

Примечание

В частности, для существования живых систем (которые Природе почему-то угодно было сотворить во Вселенной) температура среды должна позволять пребывание вещества как минимум в трех агрегатных состояниях: твердом, жидком и газообразном. Это невозможно в открытом космосе при температуре, близкой к абсолютному нулю, но невозможно и на Солнце при экстремально высоких температурах. То же можно сказать и о других физических параметрах (давлении, электромагнитной заряженности, радиации и т.п.).

И, наконец, *четвертое* – параметры среды должны изменяться (колебаться) таким образом, чтобы это заставляло систему выходить из состояния равновесия (застоя), обеспечивая предпосылки развития. Именно указанные четыре вида предпосылок волей судьбы (или Творца) возникли на Земле.

Коммуникация – важнейшее условие синергии

В очередной раз подчеркнем, что решение синергетической задачи продолжает ряд уже отмеченных выше проблем, вытекающих из него и дополняя его. В частности, эффект синергии требует определенной разницы потенциалов. Только так могут объединяться в систему отдельные блоки (подсистемы). Далее необходимо функциональное различие этих подсистем, а это предполагает их информационное разнообразие. Синергетические связи могут возникать только на основе взаимодополняемости и взаимозависимости отдельных частей. И, наконец, необходимо наличие материального носителя информации, обеспечивающего коммуникационные связи между подсистемами. Безусловно, данный носитель (материальная субстанция) должен обладать вполне определенными свойствами. Главные из них: универсальность (это должна быть субстанция, характерная для всех без исключения компонентов системы – возможно, входящая в их состав, как входит вода во все живые организмы), всепроникаемость, способность записывать и переносить информацию и др. Видимо, не случайно для экосистем, формируемых живыми организмами, таким ключевым агентом является вода: она служит базовым, а потому универсальным компонентом формирования всех организмов. Вода обеспечивает все рециркуляционные процессы в биосфере и является ключевым

носителем информации. На клеточном уровне подобным средством являются малые токи (а это значит, электроны). На атомарном уровне – другие элементарные частицы.

Многообразие природы как ее свойство и предпосылка развития

Мир потрясающе многообразен. Это в той или иной степени признают все. При этом нас почему-то редко удивляет тот факт, что эта бесконечная многовариантность предметов и явлений создана природой, по сути, при помощи стандартного набора механизмов и форм.

Аргументы ученых

- Н.В. Косинов, В.И. Гарбарук, Г.В. Сидоренко: «Природа весьма экономна в выборе методов построения и строительного материала. Она пользуется универсальными методами и единым строительным материалом, повторяясь на каждом новом уровне. Действительно, Природа «не роскошествует в своем многообразии». До сих пор не утратили своего значения слова Ломоносова: «натура тем паче всего удивительна, что из малого числа причин производит неисчислимые множества свойств, перемен и явлений» (Косинов и др., 2002).
- Ю.С. Владимиров, д.ф.-м.н.: «Оказывается, и нейтрино, и электроны, и барионы описываются очень похожим образом... Один столбец занулили - и вы не барион будете иметь, а лептон или электрон, допустим. Два столбца занулите - у вас будет нейтрино. А все формулы, которыми описываются взаимодействия между частицами, те же самые. Просто вы проводите спецификацию, и получаются те выражения, которые соответствуют лагранжианам в стандартной теории» (Программа Гордона, НТВ, тема: «Физика и метафизика», 16.04.2003).

И застывший мир минералов, и чарующая своим великолепием цветов и форм флора, и удивляющая бесконечным динамизмом фауна созданы из одних и тех же частиц, атомов, молекул.

Факты публикаций

«Достаточно взглянуть вокруг, чтобы осознать, насколько многообразны формы видимой материи. Тем не менее все материальные тела состоят всего лишь из одной сотни химических элементов. Те, в свою очередь, - из «стандартного набора» в виде протона, нейтрона и электрона. От элемента к элементу изменяется

только количество этих трех составляющих. В частности, изменив всего лишь число протонов в свинце, можно получить золото. Какая элегантность конструкции материи - за все многообразие ее строения отвечают лишь три составляющих.

Впрочем, не все так просто. На самом деле, Вселенную (пусть даже самую упрощенную) только лишь из трех компонентов (и даже из тридцати трех) не создашь. Простого наличия указанных составляющих отнюдь не достаточно - нужны их активные характеристики и свойства. Ведь все потенциальное разнообразие нужно с самого начала заложить в эти элементарные компоненты. Например, электрон и протон должны быть противоположно заряжены, чтобы иметь *способность* к притягиванию. В то же время протоны должны также притягиваться друг к другу, но уже по другой причине. Эти силы действуют на малых расстояниях, превалируя над электростатическим отталкиванием. И частицы демонстрируют именно нужные свойства. Словом, ведут себя, как живые.

Далее. Недостаточно, чтобы электроны просто «обращались» вокруг ядра - необходимо, чтобы они двигались по орбитам сложной конфигурации, причем строго по определенным правилам. И лишь в том случае, если азот проявит валентность от III до V, а два атома кислорода свяжутся с атомом водорода именно под взаимным углом 105° , восемнадцатипротонная конструкция станет инертным аргоном, а девятнадцатипротонная - уже щелочным калием. Кто «объяснил» электрону такие сложные правила, и каким образом он их «помнит»?

А ведь три упомянутые элементарные частицы, оказывается, не самые элементарные. Протон, как полагают, сам состоит из частичек-кварков, а скрепляются кварки между собой путем постоянного обмена еще меньшими частицами - глюонами. И каждая такая частица тоже «знает» свои правила и безошибочно проявляет свои способности.

Но и это еще не все. Элементарные частицы умудряются демонстрировать парадоксальную двойственность - одновременно проявляют свойства и корпускулы (т.е. дискретной частицы), и волны. Это стало известно, когда Альберт Эйнштейн в 1921 году высказал гениальное предположение, подтвержденное впоследствии. Оказывается, световая волна имеет импульс, а значит массу, и, стало быть, ведет себя, как частица. А Луи Де Бройль в 1923 году на этом основании не менее гениально предположил, что частичка под названием «электрон» может вести себя как волна. Было доказано, что не только электрон, а все элементы материи атомарного уровня являются волнами (т.е. проявляют корпускулярно-волновой дуализм). Более того, волновая природа присуща вообще любым материальным телам и выражается тем сильнее, чем меньше импульс (произведение массы на скорость). Но если все макротела состоят из элементарных частичек, а те представляют собой волны, то тогда чем являются тела?

Уровень сложности материи фантастичен! Задумываясь над физическими процессами в твердом теле, иногда веришь, что это больше виртуальная, чем «реальная» реальность (Рудий, 2003).

Пожалуй, еще удивительней узнать, что все творения природы: от неразличимых частиц до гигантских созвездий -

созданы из единого строительного материала – *потенции природы к движению*.

Современные открытия и гипотезы в отношении возможности существования физического вакуума (полевой материи, континуума) (Рудий, 2003; Косинов и др., 2002), который еще Ньютон называл *эфиром*, приближают нас к осознанию этой идеи. Если первооснова материального мира состоит из некоей полевой субстанции (а поле – это способность реализовывать бесконечное число степеней свободы, т.е. *движения*), то частички представляются некими «свертками», «узелками» этого поля.

Еще экзотичней предположение писателя (в прошлом физика) Михаила Анчарова, автора, в частности, романа «Самшитовый лес»: мир состоит из более тонкой материи – времени, любые материальные объекты – это «вихри» в реке времени (Анчаров, 1986).

Мысль, что первоосновой мира есть изначальная потенция природы к *движению*, содержится и в характеристике свойств Ипостасей Божественной Троицы (Христианство, т. 3, 1995). Бог Отец есть первичная потенция творения мира. Он не энергия, но причина ее возникновения.

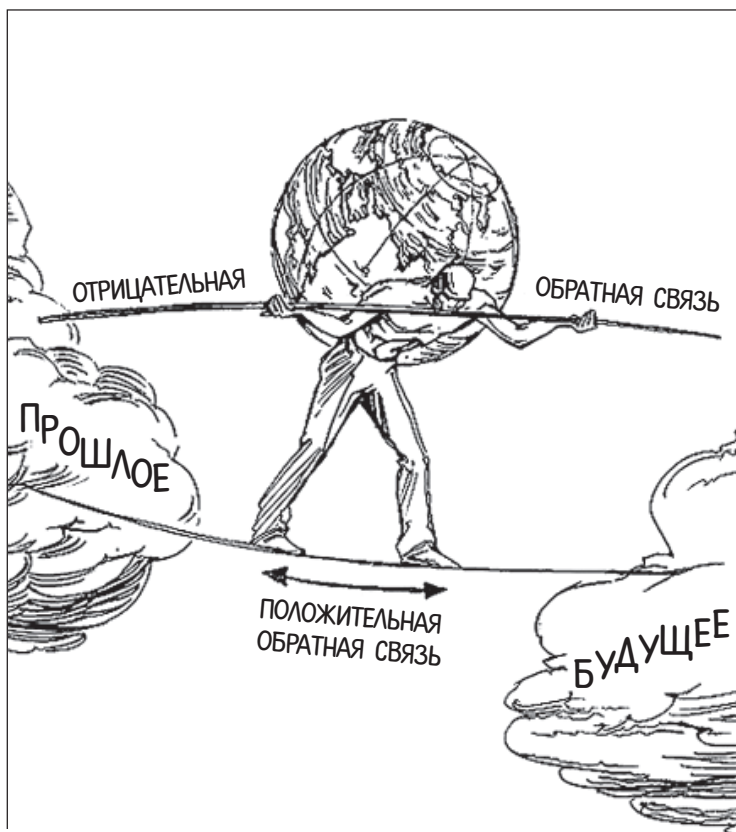
Заметки на каждый день

- Ученые установили, что свой собственный язык общения имеют все природные сущности, составляющие системы более высокого уровня. Клетки «переговариваются» между собой, составляя организм; молекулы, «общаясь», образуют клетку; атомы «находят общий язык», формируя молекулу...
- Странно, что люди, говоря на одном языке, не всегда способны найти общий язык. Может, это потому, что язык – не только звуки, символы и слова (т.е. не только информация), но и синергия, общность стремления отдельных частей быть единым целым, т.е. системой.
- Совокупность людей – не всегда народ. Народ – это люди, способные найти общий язык, превратившись в общность.

Часть II

**СЕКРЕТЫ
МЕХАНИЗМОВ
РАЗВИТИЯ
СИСТЕМ**





Глава 7

*Механизмы
устойчивости систем*



Анатомия системы

Возможность существования самоорганизующихся систем основана на их способности поддерживать динамическое относительное постоянство состава и свойств системы (гомеостаз). Он нужен для удержания необходимой разницы потенциалов: во-первых, между системой и внешней средой; во-вторых, между отдельными частями системы. Именно благодаря этой способности открытые самоорганизующиеся системы получили название стационарных. Задумаемся теперь над теми факторами, которые обеспечивают системе состояние ее *гомеостаза* и осуществление других функций системы.

Любая система имеет материально-информационную природу, формируясь в единстве материальной и информационной основ.

Материальная основа – это совокупность объединенных в системное целое материальных элементов, позволяющих осуществлять комплекс функций, необходимых для существования и развития системы. Основное назначение материальной основы силовое, т.е. выполнение работы по осуществлению метаболизма (вещественно-энергетически-информационного обмена).

Подробности

На уровне биологического организма животных материальную основу могут составлять: скелет, ткани, жидкости организма, кожный покров, пр.

На уровне производственного предприятия - это материальные активы предприятия, т.е. основные и оборотные средства (здания, сооружения, передаточные устройства, силовые установки, технологическое оборудование, инструмент, сырье и материалы, пр.). Кроме того, функции материальной основы выполняют трудовые факторы, которые, как мы убедимся далее, одновременно являются носителями информационной основы.

Информационная основа – это нематериальная сущность, увязывающая в системное целое материальные элементы системы и обеспечивающая в пространстве и времени упорядоченность системы (включая ее устойчивость и адекватную изменяемость). Основное назначение информационной основы – управление процессами работы, выполняемой системой по осуществлению метаболизма.

Подробности

На уровне биологического организма животных информационную основу составляют: генетический код; система взаимосвязи отдельных органов; рефлексy, реализуемые нервной системой; безусловные и условные инстинкты, определяющие поведение животных, пр.

На уровне производственного предприятия это: устав предприятия; его нематериальные активы (права имущественной и интеллектуальной собственности, имидж фирмы, товарные знаки, пр.); технологические схемы; ноу-хау; базы данных; взаимосвязи между отдельными звеньями предприятия; экономические отношения внутри и за пределами фирмы; знания и навыки работников; правовая основа; традиции и привычки людей и многое другое.

Информационная основа обеспечивается функционированием комплекса материальных и нематериальных средств сбора, обработки, передачи, фиксации и воспроизводства информации. Информационная основа реализует три важнейшие группы функций: а) формирует память системы и ее подсистем; б) проводит сбор, обработку и анализ первичной информации; в) осуществляет продуцирование новой информации.

Информационная основа может функционировать лишь в единстве с материальными средствами (материальной основой), которые обеспечивают функции выполнения необходимой работы по сбору и переработке информации.

Таким образом, метаболизм – это не только обмен веществом и энергией, но и обмен информацией. Он необходим в такой же степени, как и обмен материальными субстанциями. Информационный обмен происходит как между системой и внешней средой, так и между различными элементами (подсистемами) системы. Последние как бы «переговариваются» между собой. Подобные информационные контакты возможны лишь при условии, во-первых, наличия у подсистем определенной памяти (т.е. способности фиксировать и воспроизводить информацию), а во-

вторых, использования ими некоего информационного кода, т.е. своеобразного «языка», взаимно «понимаемого» элементами системы.

Без подобного «общения» отдельных частей системы были бы невозможны ни феномен открытости с присущими ему функциями метаболизма, ни феномен стационарности с присущими ему функциями поддержания гомеостаза. Следовательно, не существовало бы и само явление функционирования открытых стационарных систем с присущими им свойствами самоорганизации и саморазвития.

Подобный информационный обмен непременно должен существовать между отдельными частицами в атоме, между отдельными молекулами в клетке, между отдельными клетками в организме. И вообще между отдельными компонентами любого целостного множества, называемого системой: будь то экосистема, человеческое общество, солнечная система или галактика.

Любая материальная система настолько же информационна, насколько и материальна.

В ходе эволюции природы изменяется и соотношение между материальной и информационной составляющими обмена, а соответственно, и между материальной и информационной основами. Есть основание полагать, что эти изменения протекают в пользу информационной составляющей. Особенно это становится заметным на примере развития человеческой сущности и связанных с ней общественных отношений.

Примечание

Со становлением информационной экономики все больший удельный вес в обеспечении функций экономических систем приобретает информационная основа. На многих предприятиях, реализующих информационные услуги и производящих информационные виды продукции (посреднические фирмы, предприятия по производству программного продукта, пр.), именно нематериальные активы составляют основу производственного капитала. В частности, в компьютерной «империи» Билла Гейтса на долю нематериальных активов приходится более 90% оцениваемого капитала компании.

Деятельность, которую проделывает система, условно можно разделить на два вида работы: работу внутреннего обмена и работу внешнего обмена.

Основная задача внутреннего обмена состоит в извлечении *свободной энергии* (или *отрицательной энтропии*) из вещественно-энергетически-информационных потоков, импортируемых системой из внешней среды. Основной задачей внешнего обмена является осуществление процессов *метаболизма* с внешней средой.

«Круг обязанностей» системы

Для выполнения указанных задач система должна осуществлять комплекс взаимосвязанных функций, главными из которых являются:

- сбор, хранение и воспроизводство информации;
- удержание пространственной взаимосвязи (т.е. структуры) отдельных составляющих (подсистем) системы;
- поддержание во времени порядка происходящих в системе процессов, в том числе синхронизация деятельности отдельных звеньев;
- осуществление процессов трансформации вещественно-энергетически-информационных потоков (далее просто – потоков) с целью извлечения свободной энергии;
- транспортировка указанных потоков внутри системы;
- восстановление (репродукция) функциональных подсистем, теряющих свои свойства в результате «износа» или под действием попадающих с потоками в систему вредных агентов (т.е. речь идет о своеобразном «капитальном и текущем ремонте» компонентов системы);
- извлечение из внешней среды веществ, энергии и информации («отрицательной энтропии»);
- удаление во внешнюю среду отходов деятельности системы («положительной энтропии»);
- защита системы от негативного воздействия внешней среды;
- корректировка (подстройка) деятельности отдельных подсистем в зависимости от параметров потоков, попадающих в систему и циркулирующих в ней; такая подстройка, в частности, необходима при отклонении параметров потоков от

оптимальных значений, а кроме того, при изменении свойств самой системы (например, ее временной разрегулировке).

Чем эффективнее выполняется каждая из перечисленных функций, тем эффективнее деятельность всей системы, тем выше возможности накопления системой «свободной энергии». Эффективность в данном случае может быть определена соотношением количества энергии, полезно использованной непосредственно на реализацию данной функции и общими затратами энергии. Это и есть своеобразный КПД. В свою очередь, эффективность системы и ее подсистем будет тем выше, чем ниже потери (диссипация) энергии. В данном случае обобщающее понятие энергии предполагает все виды используемых системой материальных, энергетических и информационных ресурсов.

Перечисленные функции реализуются на основе деятельности соответствующих подсистем. Каждая подсистема формируется из материальной и информационной основ. В каждой подсистеме можно выделить три ключевых функциональных блока, которые условно могут быть названы:

- 1) рабочим;
- 2) репродуктивным;
- 3) корректировочным.

Рабочий блок связан с осуществлением функций пространственно-временного управления потоками и их трансформацией с целью извлечения свободной энергии. По форме этот блок составляет основное содержание деятельности системы.

Рабочий блок играет чрезвычайно важную роль в обеспечении эффективности деятельности системы, определяя состав и содержание двух других блоков. Это хорошо видно на примере экономических систем. Несовершенные технологии обуславливают огромные издержки производства единицы продукции и постоянно высокие затраты на ремонт средств производства, а также бесконечное «латание дыр» по подгонке и доводке технологического режима до стандартного уровня. И наоборот, отлаженная технология обеспечивает низкие производственные затраты, минимальные издержки по текущему ремонту (не говоря уже о капитальном ремонте) и практически не выходит за «коридор» регламентных условий.

Репродуктивный блок – это материально-информационные средства, отвечающие за репродуктивные функции соответствующим

ющей подсистемы, т.е., по сути, за воспроизводство «рабочего блока». Часто очень трудно разграничить два упомянутых блока, тем более что находятся они в едином «теле» системы и зачастую в единых ее органах. И все же это два различных элемента, выполняющих разные задачи. Хотя часто процесс репродукции (особенно в живых организмах) выглядит как процесс самовоспроизводства клеток, обычно указанные два вида деятельности управляются из различных «пультов управления». В частности, за репродуктивные функции клеток организма отвечают отдельные члены.

Другое дело, что процесс репродукции может осуществляться путем превентивного сохранения структурных подсистем. Еще один путь обеспечения репродуктивной функции в рамках основного производства – это организация циклических схем, когда деструкция в одном звене становится репродукцией последующей стадии.

Корректировочный блок предназначен для управления состоянием (режимом) системы. Фактически он выполняет оперативные диспетчерские функции. Дело в том, что ее основные подсистемы способны эффективно функционировать в очень узких интервалах оптимальных значений. Любое отклонение от данных значений требует компенсационной деятельности, которая называется «механизмы обратной связи». От деятельности корректировочного блока зависят условия устойчивости системы, а часто и вообще ее целостности и существования.

Как правило, упомянутые отклонения в режиме функционирования системы связаны с изменениями условий внешней среды.

Например, могут существенно изменяться температура, давление, электромагнитная заряженность, вещественный состав и т.д. Эта изменчивость не подвластна системе. Устранить ее система не может. Во всяком случае, в адекватно короткие периоды времени, т.е. настолько быстро, чтобы это облегчило состояние системы. (Позже мы убедимся, что система пытается делать и это.) Значит, она должна изменяться сама. Но она не может мгновенно изменять и основные параметры своего гомеостаза, своего динамического равновесия. Ведь система приспособилась существовать именно при данном диапазоне разниц энергетических потенциалов (например, температуре тела, кровяном

давлении). Именно этот диапазон обеспечивает основные жизненные (без кавычек – для живых организмов и в кавычках – для неживых структур) параметры существования системы.

Примечание

Оговоримся здесь, что система действительно не может варьировать (в существенных пределах) параметры существующего гомеостаза. Но она может при определенных обстоятельствах полностью изменить уровень самого гомеостаза, повысив или понизив его.

Возникшую проблему заключенная в системе природа решает с присущей ей гениальностью, создав механизмы обратной связи.

Механизмы обратной связи

Обратной связью называется обратное воздействие объекта (в данном случае системы) на то, что воздействует на него. Например, своим поведением система может воздействовать на фактор, который на нее влияет со стороны внешней среды, в частности, гасить или, наоборот, усиливать его.

Этим фактором может быть механическое, адиабатическое (тепловое), электромагнитное, химическое и другие виды воздействия.

Различают *отрицательную обратную связь*, когда своим поведением система ослабляет влияние воздействующего фактора, и *положительную обратную связь*, когда своим поведением система усиливает его.

Примечание

В первом приближении разницу между механизмами отрицательной и положительной обратной связи можно продемонстрировать на нескольких примерах.

Человека сильно толкнули и он начинает терять равновесие. У него два варианта поведения. Первый - попытаться удержаться на ногах. Чтобы устоять - ему нужно отклониться в сторону, обратную направлению падения. Это и есть механизм *отрицательной* обратной связи. Если падающий человек успеет компенсировать угол наклона от падения, он устоит. Если нет - упадет с большой вероятностью ушибиться, так как вся энергия и внимание уходят на то, чтобы устоять, а не контролировать падение. Второй вариант поведения - не пытаться

удержаться, а самому упасть так, чтобы ущерб от падения был минимальным, например, сгруппироваться. Подобной технике падения обычно учат спортсменов. В данном случае действует механизм *положительной* обратной связи, ибо человек реагирует в том же направлении, в котором на него воздействовала внешняя среда (сила толчка).

Другой пример - из мира техники. Известно, что при перегрузках технические системы разрушаются. Как избежать этого? Возможны две стратегии. Одна рассчитана на применение механизма отрицательной обратной связи - это усиление конструкции. Повышение порога прочности позволит компенсировать нагрузку на систему обратной реакцией конструкции. Правда, это будет помогать лишь до тех пор, пока нагрузка не выйдет за указанный порог прочности. Дальше система все равно разрушится. Другая стратегия основана на применении механизма *положительной* обратной связи. Если возникнет перегрузка, то пусть система рухнет, но не вся. Прежде должен разрушиться узел, который позволит спасти всю остальную систему или наиболее ценные ее узлы. На этом принципе построена работа предохранителей в электротехнике. Нечто похожее происходит в военной авиации. При аварии самолет начинает рассыпаться сам, но так, чтобы из него успела «отстрелиться» кабина с пилотом для катапультирования.

Попробуем теперь внимательнее взглянуть на механизмы отрицательной обратной связи.

Зачем системе отрицательная обратная связь

При отрицательной обратной связи для компенсации изменений воздействия внешней среды включаются вспомогательные механизмы системы, действующие в направлении, обратном направлению действия среды. Именно поэтому они называются механизмами отрицательной обратной связи. С их проявлением нам приходится сталкиваться каждый день.

Механизм отрицательной обратной связи обеспечивает поддержание существующего гомеостаза.

Подробности

Если в транспорте наше тело качнуло в одну сторону, мы, чтобы устоять, тут же наклоняем его в обратном направлении. Наш организм в любых условиях сохраняет постоянную температуру, но для этого он, например, при повышении температуры внешней среды открывает поры и усиливает потоотделение, повышая отдачу тепла. Увеличение потребности во влаге заставляет человека чаще пить. На холоде происходит обратный процесс: поры закрываются, испарение влаги снижается.

Механизмы отрицательной обратной связи действуют в направлении, обратном влиянию внешней среды.

Механизмы отрицательной обратной связи действуют в естественной природе (вспомним хотя бы регулирование отношений в системах типа «хищник – жертва») и в обществе (поддержание рыночного равновесия «спрос – предложение»).

Подробности

Увеличение количества зайцев позволяет и волкам увеличить свою численность. Но стоит «серым» переусердствовать и подорвать поголовье «косых», как снижение кормовой базы вынудит их снова сокращать стаю. Аналогичные процессы действуют на рынке, где при помощи экономических инструментов поддерживается равновесие *спроса* и *предложения*. Если снижается количество какого-либо товара, спрос на него увеличивается. Цены растут, и возрастает заинтересованность в производстве (предложении) данного товара. Но чем больше будет его производиться, тем ниже будет спрос. Цены начнут снижаться, тормозя предложение.

На использовании подобного механизма основано большинство регулирующих приборов в технике. Действие отрицательной обратной связи научно обобщено физиками Ле Шателье (1884) и К. Брауном (1887) на примере опять-таки термодинамических систем. Принцип Ле Шателье – Брауна в современном изложении означает, что стационарная система, выведенная внешним воздействием из состояния с минимальным производством энтропии, стимулирует развитие процессов, направленных на ослабление внешнего воздействия (Дубнищева и др., 1998).

Подробности

Функции отрицательной обратной связи в живых организмах реализуются системой физиологических регуляторных механизмов. Наиболее важную интегрирующую функцию выполняет центральная нервная система и особенно кора головного мозга. Большое значение имеют: влияние симпатической нервной системы, состояние гипофиза, надпочечников и других эндокринных желез. Примером сложной гомеостатической системы, включающей различные механизмы регуляции, является система обеспечения оптимального уровня артериального давления. Она регулируется по принципу цепных реакций с обратными связями: изменение давления крови воспринимается барорецепторами сосудов, сигнал передается в сосудистые центры, изменение состояния которых ведет к изменению

тонуса сосудов и сердечной деятельности. Одновременно включается система нейрогуморальной регуляции, и кровяное давление возвращается к норме (Биологический, 1989).

Можно выделить несколько направлений действия механизмов отрицательной обратной связи.

По *виду компенсационной реакции* системы условно можно выделить два вида механизмов: повышающие и понижающие.

Повышающие связаны с необходимостью повышения определенных параметров системы. Например, при снижении температуры внешней среды организм вынужден «разогреть» себя, интенсифицируя кровообращение. В этом случае деятельность системы чаще всего связана с дополнительной активностью (интенсификацией).

Благодаря действию *понижающих* механизмов система стремится снизить значение своих определенных параметров. Например, при повышении температуры среды организм отдает излишнее тепло путем усиленного потоотделения. Безусловно, оба вида механизмов сопряжены с затратами энергии.

По *направлению воздействия* рассматриваемые механизмы условно можно объединить в две группы – *эндогенную* и *экзогенную*. В первую группу (*эндогенную*) условно можно объединить механизмы, действующие внутри самой системы. Во вторую (*экзогенную*) объединены механизмы, имеющие внесистемную направленность.

Внутрисистемные механизмы. Можно выделить несколько основных направлений реализации эндогенных механизмов отрицательной обратной связи.

1. *Комплексное задействование механизмов всей системы.* Данное направление связано с перестройкой всего организма системы для «гашения» неблагоприятных факторов воздействия. В частности, при терморегуляции животных обычно задействуется практически весь потенциал организма: система кровообращения, кожа, нервная система, органы выделения и т.д.

2. *Создание резервных компенсационных подсистем* (органов). Иногда бывает значительно эффективнее задействовать не весь потенциал системы, а лишь некоторые ее подсистемы (органы). По этому пути идут многие биологические виды. У них

общесистемная регуляция дополняется специализированной функцией некоторых органов (обычно кожи или подкожной клетчатки).

Примечание

Верблюды для указанных целей резервируют ресурсы в своих горбах. Большинство животных более равномерно распределяют запас в жировых накоплениях. Именно жир чаще всего является компенсационным фондом в случае возникновения проблем и с едой, и с водой, и при похолодании.

Такие общественные системы, как страны, для выполнения компенсационных функций создают наделенные ресурсами специализированные органы. В большинстве государств подобный орган называется соответствующим образом - министерство чрезвычайных ситуаций. Есть свои «мини-МЧС» и на многих предприятиях.

Конечно, наличие подобных компенсационных фондов значительно облегчает регулирование финансовых систем. Кстати, в США центральный орган финансового управления имеет название «Федеральная резервная система».

3. Создание буферных зон, смягчающих воздействие внешней среды. В отличие от предыдущего направления рассматриваемое действие буферных механизмов направлено не на компенсацию («гашение») воздействующего фактора, а на предупреждение или уменьшение амплитуды изменения (перепадов) этих воздействующих факторов. В конечном счете любые виды воздействия на систему рождаются во внешней среде. Выстроив защитный барьер на границе с внешней средой, система может в значительной степени контролировать процессы метаболизма (т.е. обмена веществом, энергией и информацией с внешней средой). В одном случае удастся предотвратить поступление в систему вредных веществ, в другом случае – демпфировать (смягчить) энергетическое воздействие (в частности, уменьшить перепады температур), в третьем – защитить систему от губительного информационного воздействия, которое может разрушить или повредить информационную структуру системы.

Подчеркиваем, что речь идет о защитном барьере внутри самой системы, хотя и находящемся на ее периферии. Подобные защитные барьеры имеют: наша планета (несколько слоев атмосферы), ее твердое ядро (почва), живые организмы (кожа), предприятия (например, входной контроль качества ресурсов,

защита коммерческих секретов, пр.), страны (охрана от внешней экспансии).

Подробности

Функции защитного слоя у позвоночных животных выполняет кожа. Именно кожа ограничивает тело от внешней среды и выполняет ряд функций: *защитную* (предохраняет тело от механического воздействия и травм, проникновения различных веществ и микроорганизмов), *выделительную* (осуществляет выделение воды и различных продуктов обмена), *осязательную* (благодаря значительному числу расположенных в коже нервных окончаний), *секреторную* (осуществляется многочисленными железами), а у высших животных - также *терморегулирующую*. Для облегчения последней у многих животных за годы эволюции выработались дополнительные средства (подкожный жир, утолщенный роговой слой, который подвергается периодической смене, перья у птиц, шерсть у млекопитающих) (Биологический, 1989).

Человек пошел дальше, он изобрел одежду, которая выполняет функцию еще одного защитного слоя, допуская при этом гибкую трансформацию.

Обратим внимание, что когти, рога, панцири и клювы - это тоже часть кожи. Все это тоже средства защиты от внешней среды. В значительной степени активной защиты.

Любопытные могут попытаться проанализировать аналоги всех перечисленных защитных функций кожи для предприятия и страны.

Внешнесистемные механизмы. Рассматриваемая группа механизмов направлена на коррекцию условий внешней среды. В данном случае система воздействует на внешнюю среду с целью улучшить условия своего метаболизма. Можно выделить несколько основных направлений реализации экзогенных механизмов отрицательной обратной связи.

1. *Создание буферных зон.* Рассматриваемая группа механизмов является аналогом механизмов формирования подобных зон в самой системе. В данном случае изоляционные барьеры создаются системой во внешней среде. В качестве инструментов реализации данного вида механизмов можно назвать возводимые человеком защиты (ограды), предотвращающие прямые контакты с вредными факторами внешней среды.

Подробности

Наиболее простыми примерами подобной защиты являются обычные механические ограждения: по периметру (ограды) или по объему (помещения). Они могут защищать от животных (простейшее - антимоскитная сетка), дождя (зонт, кры-

ша), ветра, температур (здания или специальные защиты), воды (дамбы или дренажные устройства), пр. Отдельными формами могут быть защиты от различного вида воздействия: светового, теплового, шумового, электромагнитного, химического, биологического (включая антиинфекционные), информационного, пр. Кроме человека подобным инструментарием пользуются многие животные. Вспомним гнезда птиц и насекомых, бобровые плотины и многое другое.

Иногда граница между эндогенными и экзогенными буферными механизмами бывает весьма условной. Считать ли различные виды одежды экзогенной защитой? Строго говоря, да. Но они уже стали гармоничной принадлежностью человека, воспринимаемой неотъемлемо от него. Скафандры и защитные маски, к счастью, такой неотъемлемой оболочкой пока не стали. К этой же группе защитных инструментов относятся различные светозащитные козырьки, перчатки, очки, виды обуви, смазки, покрытия, пр.

В отдельные подгруппы, видимо, можно выделить:

- средства защиты от информационного воздействия;
- информационные средства защиты.

Это не одно и то же.

Средства защиты от информационного воздействия предполагают предупреждение любого вида воздействия (чаще всего все-таки информационного), которое может разрушить именно информационный код организации системы. Для общественных систем такую опасность представляет информационная агрессия, которая нарушает или искажает порядок (традиции, дисциплину) функционирования системы. Для биологических систем источником подобного воздействия являются вирусы. Вторгаясь в клетку, они разрушают информационную программу поддержания гомеостаза организма, вызывая последствия, называемые болезнью. Характерно, что это очень напоминает вирусное «инфицирование» компьютеров с подобными последствиями.

В качестве защитных средств от информационного воздействия могут использоваться любые инструменты: механические, физические, химические, пр. Вспомним пограничные барьеры для ограничения ввоза некоторых товаров (литература, видео- и аудиопродукция, пр.), искусственные радиопомехи для «глушения» радиостанций или антивирусные санитарные повязки.

Информационные средства защиты, наоборот, используют информацию в качестве средства защиты от различных видов воздействия. Чаще всего подобная защита строится на инструментах отпугивания или отчуждения. У животных это могут быть метки либо отпугивающие сигналы, испускаемые во

внешнюю среду. У человека подобные функции выполняют различные виды оружия, любые формы демонстрации силы. Та же роль – у культурных, религиозных и социально-психологических барьеров, препятствующих проникновению (экспансии) чуждой культуры или идеологии.

2. *Обработка метаболических потоков.* Данная группа механизмов используется для адаптации обменных потоков вещества, энергии и информации, т.е. доведение их до оптимальных параметров. При этом можно выделить два основных направления:

- обработка потоков, следующих из среды в систему, с целью максимального приближения их характеристик к параметрам гомеостаза;
- обработка потоков, следующих из системы в среду (т.е. отходов системы), с целью приблизить их к оптимальным параметрам среды.

Часто использование механизмов рассматриваемой группы осуществляется в сочетании с инструментарием предыдущей группы либо является ее разновидностью.

Подробности

Простейшими примерами использования инструментария первого направления являются различные сита, сетки, фильтры. В промышленности функции предварительной обработки вещественно-энергетических потоков могут выполнять сложнейшие технологические системы (обогащение сырья, очистка воды или воздуха, пр.). В обществе, как правило, применяется обработка (дозирование) информации либо ее целенаправленная корректировка (толкование).

Обработка обратных потоков (из системы в среду) выполняет две основные функции. Во-первых, предохраняет среду от неблагоприятных перепадов ее параметров. Дело в том, что среда, которая является внешней по отношению к системе, сама по себе тоже является системой, имеющей свои параметры гомеостаза. Отклонение их от оптимальных характеристик может подорвать или серьезно нарушить так называемую несущую способность. Последняя характеризует свойство системы поддерживать уровень гомеостаза, при котором она может эффективно выполнять свои функции жизнедеятельности, включая воспроизводство ресурсной базы и осуществление процессов восстановления качества параметров среды. Во-вторых, очень часто обработка выводимых из среды потоков фактически превращается в обработку вводимых. Ибо забор осуществляется там же, куда производится выброс, т.е. в окружающей среде.

3. *Кондиционирование.* Механизмы этой группы связаны с преобразованием среды, непосредственно примыкающей к сис-

теме. Эти области пространства обычно условно называют локальными. Воздействие системы направлено на создание здесь условий, максимально благоприятных для поддержания гомеостаза и повышения эффективности процессов метаболизма. Как правило, кондиционирование возможно только на основе рассмотренных выше двух групп механизмов или является их непосредственным следствием.

Примечание

В частности, если обеспечить относительную изоляцию локального пространства, примыкающего к системе, оптимальные условия в нем могут поддерживаться сами собой или же формироваться под воздействием сил природы. Так, большую часть года жилые помещения не требуют отопления. А бобрам для создания запруд достаточно лишь построить плотину.

Человек в совершенстве овладел *кондиционированием*. Искусственно созданная им жилищная и промышленная среда простирается практически на всю планету и даже вышла за ее пределы в космос. Здесь на протяжении уже почти двух десятилетий в космических комплексах почти постоянно живут и работают люди.

В кондиционирование входит широкий спектр видов деятельности, которая направлена на изменение или сохранение (консервацию) каких-либо свойств среды (физических, химических, информационных) (подробно рассматривается в книге: Мельник, 2001). Это связано не только с воздействием на физико-химические параметры (температуру, давление, влажность, химические характеристики). Рассматриваемый инструментарий связан также с преобразованием ландшафтов либо с облегчением условий для коммуникаций (прокладывание дорог, мостов, каналов, пр.).

4. *Пространственная миграция*. Этот вид механизмов основан на использовании фактора пространственной неоднородности среды. Вместо изменения локальных условий среды системе иногда оказывается более выгодно переместиться в те области пространства, которым соответствуют более благоприятные для функционирования системы условия.

Подробности

Подобным образом звери кочуют в поисках более благоприятных ресурсов после того, как истощились прежние места обитания.

Эти же виды механизмов широко используются человеком в его деятельности - именно так «мигрируют» добывающие отрасли промышленности. На этом основано скотоводство и рыболовство. Подобный принцип положен в основу гастролей актеров. Многие люди мигрируют в поисках работы. И конечно же, с этим связана деятельность работников сферы снабжения и сбыта большинства предприятий.

5. Сезонная цикличность, или миграция во времени. Если предыдущий вид механизмов основан на использовании пространственной неоднородности среды, то рассматриваемый – на временной. Речь идет о том, что система, не изменяя пространственного ареала своего обитания, использует циклическую изменчивость во времени условий среды. Иными словами, система выбирает наиболее благоприятные интервалы времени активизации процессов метаболизма.

Подробности

Теоретически все растения и животные используют данную группу механизмов. Ибо все жизненные циклы синхронизированы в соответствии с суточными или годовыми циклами. Природа сама побеспокоилась о том, чтобы использовать фактор неоднородности среды во времени. Из наиболее ярких примеров можно назвать: ночную охоту многих животных, сезонную вегетацию растений, сезонные миграции птиц и рыб, изменение активности насекомых при различных погодных условиях и многое другое.

Широко используются рассматриваемые механизмы в деятельности человека. Наиболее заметна сезонность работ в таких секторах экономики, как сельское и лесное хозяйство, строительство, рекреация. Предпринимаются попытки максимально использовать фактор времени при установлении летнего и зимнего времени. Многие виды сервиса устанавливают наиболее благоприятный режим работы, исходя из временных возможностей своих клиентов отвлекаться для получения услуг... Даже деньги в течение суток имеют различные сферы использования, что обеспечивает наиболее прибыльные циклы оборота. Существует даже термин «ночные деньги». Он касается тех денежных потоков, которые мигрируют по планете в ночное время суток.

6. Пространственно-временная миграция. Данный вид механизмов представляет собой сочетание двух предыдущих направлений, когда система мигрирует и во времени, и в простран-

стве. Примером является миграция перелетных птиц. А в экономике – сезонная миграция капитала, рабочих, пр.

Примечание

Миграция в пространстве и времени выполняет двоякую функцию. Ранее мы акцентировали внимание на миграции системы в поиске благоприятных условий существования. Но можно на данную группу механизмов взглянуть и под другим углом зрения, рассматривая их как средство защиты от неблагоприятных факторов.

Ежемоментная координация системы в пространстве и времени - неотъемлемое условие благополучного существования системы в этом мире, залог успеха в борьбе за существование с врагами, хищниками, природными условиями и неопределенностью наступающих событий.

Триумфы и неудачи в спортивных единоборствах – лучшая иллюстрация действенности наступательных и защитных механизмов миграции в пространстве и времени. Эффективность миграции экономисты выразили емкой формулой успеха на рынке: *«нужная вещь – в нужное время в нужном месте!»*.

7. Кооперирование с другими системами. Одна из перспектив, которую может использовать система при оптимизации внешних условий своего существования, – это объединение с другими системами. Фактически в этом случае реализуется попытка утилизации (т.е. использования с выгодой) той диссипативной деятельности, которая неизбежно связана с существованием системы. Диссипация энергии – это ее необратимое и бесполезное рассеивание во внешнюю среду. Она может происходить в форме непосредственной потери тепла или других видов энергии, а может теряться с удаляемыми материальными отходами деятельности. И то, и другое может быть взаимопользовано системам при их кооперации. Отходы одной системы могут быть ценным сырьем для другой. И наоборот. Кроме того, кооперация дает дополнительные преимущества (экономия энергии) при осуществлении жизненной деятельности. Не случайно экосистемы строятся именно на принципе кооперации, значительно облегчающем поддержание гомеостаза и дающем весьма ощутимую экономию энергии системе. Природа за миллионы лет эволюции изобрела и отшлифовала целый ряд форм экологической кооперации, со своими достоинствами и недостатками, которые они несут каждому виду. Взаимная

выгодность – одна из движущих сил явления кооперации и самоорганизации в природе.

Подробности

Одной из наиболее благоприятных форм кооперации биологических видов, которая способствует экономии энергии на приспособлении к условиям окружающей среды, является симбиоз. В симбиотических системах каждый из партнеров в определенной степени возлагает на другого задачу регуляции своих отношений с внешней средой. Основой для возникновения симбиоза могут быть различные связи: *трофические* (питание одного из партнеров неиспользуемыми остатками пищи другого, продуктами пищеварения или его тканями), *пространственные* (поселение на поверхности или внутри тела другого, совместное использование норки, домиков, раковин и т.д.). В результате симбиоза один из партнеров или оба вместе приобретают дополнительные шансы на выигрыш в борьбе за существование (Биологический, 1989).

Нечто похожее происходит в экономике, когда более мелкие предприятия, облегчая себе жизнь, «кормятся» вокруг крупных фирм. Эта кооперация чаще всего выгодна и последним, которые не тратят своих усилий на выполнение мелкой (а часто и «грязной») работы.

Зачем нужны механизмы положительной обратной связи

Стационарная система способна поддерживать состояние динамического равновесия только за счет использования производимой ею же свободной энергии. Однако что произойдет, если динамическое равновесие все же будет нарушено? Причин может быть две: а) изменение в самой системе (ослабевает/становится сильнее), б) изменения в окружающей среде (становится менее/более благоприятной для поддержания гомеостаза).

Для самой системы эти причины трудно различимы, так как ведут к одинаковым следствиям, которые можно формализовать как «несоответствие ресурсов системы условиям среды». Иными словами, система не может поддерживать состояние динамического равновесия (гомеостаза) при существующих условиях среды. При этом могут возникнуть две различные ситуации:

1. *Свободной энергии оказывается недостаточно*, чтобы погасить воздействие внешней среды (среда воспринимается системой как излишне жесткая).

2. В системе накапливается излишек энергии, которую она не успевает расходовать на свои потребности или рассеивать в окружающую среду (среда воспринимается как слишком благоприятная).

Примечание

Напомним еще раз об относительности понятий «благоприятная» и «неблагоприятная» среда. Согласно принципу оптимальности, наиболее благоприятным диапазоном параметров среды является тот, который максимально приближен к оптимальной «золотой середине». Именно в пределах этого оптимума системе легче всего удерживать состояние *гомеостаза*. Любое отклонение в одну или другую сторону неблагоприятно для системы. Например, для живых организмов одинаково губительны: холод и жара; излишняя сухость и избыточная влажность; высокое и низкое давление и т.д.

Но следует иметь в виду и другие аспекты. Неблагоприятность среды может провоцироваться поведением самой системы, когда из-за изменения процессов метаболизма в системе несколько смещается состояние гомеостаза. Так, старики уже не греют июльское солнышко, и даже летом они ходят в валенках, а цветущей молодежи некуда девать свои силы - и в морозы они ходят нараспашку. Состояние гомеостаза индивидуально для каждого конкретного человека и может отличаться от значений среднестатистического человека. Даже для каждого конкретного человека оно колеблется около средних показателей в течение его жизни. Все это справедливо для любой стационарной системы, которая может опускаться либо повышать уровень своего условно нормального гомеостаза.

Трансформация уровня гомеостаза происходит тогда, когда адаптивной способности системы (или ее энергетических параметров) оказывается недостаточно, чтобы при данных изменениях среды поддерживать неизменный уровень гомеостаза за счет механизмов отрицательной связи. Таким образом, изменяться приходится опять-таки самой системе. На этот раз система включает то, что специалисты называют *механизмом положительной обратной связи*. Положительным он называется потому, что изменения в системе происходят сонаправлено действию изменений во внешней среде. Вспомним, что нашей реакцией на опасность потерять равновесие может быть не только попытка его сохранения, но и целенаправленная (управляемая) его потеря.

Примечание

До тех пор, пока остается надежда сохранить равновесие, мы его удерживаем, наклоняясь в обратную от толчка сторону (механизм отрицательной обратной связи). Если же надежды удержаться не осталось, лучше упасть самому, контролируя падение, пытаюсь, например, сгруппироваться. В программе подготовки юных спортсменов механизму положительной обратной связи уделяется внимания отнюдь не меньше, чем искусству пользоваться механизмом отрицательной обратной связи. Футболистов, хоккеистов, парашютистов, горнолыжников учат не только удерживать равновесие, но и падать. Причем начинают часто именно с последнего.

В случае действия механизма положительной обратной связи система перестраивает свою организационную структуру, изменяя при этом и уровень гомеостаза. Другими словами, механизм положительной обратной связи направлен на трансформацию уровня гомеостаза.

Механизмы положительной обратной связи действуют в том же направлении, что и влияние внешней среды.

По видам изменения уровня гомеостаза трансформации систем условно можно классифицировать на три группы:

- 1) повышающие уровень гомеостаза;
- 2) понижающие уровень гомеостаза;
- 3) имитирующие изменение уровня гомеостаза.

Последние связаны не столько с изменением реального уровня гомеостаза, сколько с внешними его проявлениями. Обычно это связано с реализацией каких-либо защитных функций системы.

Примечание

Подобный метод широко используется в технике и является методом защиты всей системы. Здесь квазиразрушение системы вызывается целенаправленной ломкой специальных защитных узлов-предохранителей. Разрушение одного узла предотвращает разрушение всей системы. Как здесь не вспомнить ящерицу, которой потеря хвоста спасает жизнь.

Приемом имитации пользуются многие животные, имитирующие свою слабость или даже смерть ради спасения жизни. Часто таким образом птицы отвлекают (уводят) потенциальных врагов от своих гнезд с птенцами.

Имитационные приемы используются и человеком в экономике, политике, военном деле, спорте. Цель - усыпить бдительность, обмануть, тактически переиграть конкурентов или противников. Профессиональные попрошайки стре-

мятся выглядеть еще уродливее, а бедные страны - еще беднее, чтобы получить подаяние.

Имитировать можно не только снижение гомеостаза, но и его повышение. Так, многие страны или фирмы имитируют процветание для получения кредитов. Подобный прием является излюбленным также у мошенников, усыпляющих своим внешним благополучием бдительность потенциальных жертв.

Трансформации гомеостаза по характеру обратимости происходящих изменений можно дифференцировать на две группы – обратимые и необратимые.

Обратимые трансформации предполагают возможность возврата к прежнему уровню гомеостаза без качественных изменений в системе.

Примечание

Подобным образом многие животные, впадая в спячку и существенно снижая параметры гомеостаза зимой, спокойно возвращаются к прежнему уровню метаболизма весной.

В экономике подобную стратегию временной обратимой смены гомеостаза практикуют многие секторы экономики и предприятия, связанные с сезонными видами работ.

Необратимые трансформации связаны с невозможностью вернуться к прежнему качественному состоянию системы. Даже попытка возврата к прежнему уровню гомеостаза не может вернуть прежнее качественное состояние системы. Так, трансформации гусеницы в куколку, а затем куколки в бабочку являются необратимыми.

В экономике подобные трансформации связаны с реструктуризацией предприятий и отраслей. Возврат к старому состоянию уже невозможен из-за утраты многих связей, существовавших как внутри самой системы, так и вне ее.

Трансформационные механизмы по характеру посттрансформационных изменений системы можно дифференцировать на две группы:

- 1) механизмы, не изменяющие характерных признаков системы (адаптационные механизмы);
- 2) механизмы, изменяющие характерные признаки системы, после которых прежняя система прекращает существовать, преобразуясь в свою преемницу либо преемниц (бифуркационные механизмы).

Заметки на каждый день

Различия между отрицательной и положительной обратной связью лучше всего проявляется в простых ситуациях.

- Можно по-разному подходить к тому, чтобы полным людям «спрятать» свои лишние габариты. В старину принято было затягиваться в корсет, чтобы полнота была менее заметной (механизм отрицательной обратной связи). Немного поумнев, люди стали применять механизмы положительной обратной связи - в моду вошла одежда свободного покроя. Определить, что из крупных габаритов реальное, а что - декорация, крайне затруднительно.
- Для советских граждан времен перестройки хрестоматийным стало сравнение плакатов «По газонном не ходить!», пугающих своей категоричностью, с опытом британцев, прокладывающих дорожки в протоптанных местах. Британцы далеко, а Одесса - близко...
- В Одессе в одном из санаториев (в районе 9-й станции Фонтана) висит грозный плакат: «Одеяла и покрывала выносить на пляж строго запрещается!». В другом санатории (на Французском бульваре) никаких плакатов и объявлений нет, но в каждом номере лежит дешевенькая подстилка для использования на пляже.

Сколько плакатного полотна, красок, труда и... одеял может сэкономить дешевенькая подстилка, лежащая в нужное время в нужном месте!



Глава 8

Факторы изменяемости систем



Ключевая триада изменчивости: изменчивость, наследственность, отбор

В предыдущих разделах мы рассмотрели механизмы развития системы, которые определяют условия устойчивости системы (поддержание гомеостаза) и возможности перехода к новому состоянию устойчивости (трансформация уровня гомеостаза). Другой стороной процесса развития является реализация изменчивости системы. Ведь развитие – это прежде всего изменения.

Классическая интерпретация механизма развития строится на трех ключевых факторах: *изменчивости, наследственности, отборе*. Именно этот механизм был впервые открыт Ч. Дарвином для объяснения эволюционных процессов в живой природе. Эту же триаду академик Н. Моисеев предложил рассматривать как основу механизмов, движущих развитие любой системы в неживой природе, биологическом мире и обществе (Моисеев, 1990).

Изменчивость

Изменчивостью можно считать *способность системы изменять свои состояния*.

Изменения, происходящие в природе и обществе, условно могут быть дифференцированы на две группы:

- *детерминированные* (определенные) изменения, когда четко определены параметры каждого будущего состояния системы (отсутствуют случайность и неопределенность);
- *недетерминированные* (неопределенные) изменения, когда будущие состояния системы обусловлены факторами слу-

чайности (стохастичности) и неопределенности (вероятности).

Первый вид изменений реально можно наблюдать только в том случае, если процесс является повторением («тиражированием») уже когда-то пройденного пути. Только в этом случае мы теоретически можем предполагать жесткую детерминированность (полную предсказуемость и почти стопроцентную вероятность) наступления ожидаемых событий. Такие изменения можно наблюдать в неживой природе (например, фазы луны), живой природе (развитие организмов из яйца) и обществе (автоматизированные процессы изготовления продукции). Указанные трансформации состояний определенных систем в теоретическом плане, безусловно, должны быть квалифицированы как изменения, а сами процессы проявления этих изменений – как развитие системы. Не станем же мы отрицать, например, факт развития цыпленка из яйца. И все же в контексте эволюции природы процессы *детерминированного развития* следует признать своеобразным «суррогатом» пионерных, т.е. первичных процессов развития. Именно последние определяют характер эволюции природы.

Вполне естественно предположить, что процессы пионерного развития, т.е. возникновение совершенно новых, не существовавших ранее состояний, реализуются природой на основе *недетерминированных изменений*. Неизбежным свойством таких процессов является *случайность (стохастичность) и неопределенность (вероятность)*. Они составляют естественное содержание всех природных процессов и проявляются как в микромире, так и на макроуровне. Неопределенность и стохастичность – это объективная реальность нашего мира. Вместе с тем случайность и неопределенность проявляются не сами по себе, а в контексте *необходимости*, то есть законов, управляющих движением материи и развитием ее организационных форм.

Подробности

Примером, показывающим, что стохастичность как проявление изменчивости соседствует с детерминистскими законами, является турбулентное движение. В этом, на первый взгляд, абсолютно хаотическом движении жидкости всегда можно обнаружить своеобразную строгую упорядоченность. Оно подчиняется строгим

физическим законам - закону сохранения вещества и энергии, а кроме того, оно подчиняется статистическим законам. Это выражается в том, что в нем наблюдаются стабильность средних характеристик. Существуют определенные закономерные формы организации (коэффициенты сопротивления, средние значения завихренности и т.д.).

Но объяснить возникновение турбулентности без обращения к случайности (случайным внешним воздействиям) невозможно. И, в сущности, все развитие нашего мира может быть представлено некоторой моделью своеобразного турбулентного движения. Таким образом, все наблюдаемое нами - это единство случайного и необходимого, стохастического и детерминированного.

Таким образом, случайные и неопределенные изменения создают то «поле возможностей», из которого потом возникает многообразие организационных форм, включая долгоживущие образования. Именно такие изменения пронизывают все уровни организации материи: процессы, протекающие в неживой материи (та же турбулентность, броуновское движение и т.д.), биологические процессы (типичный пример – мутагенез), социальные процессы (к примеру, конфликты). Все они подвержены действию случайностей, которые мы далеко не всегда можем проследить так, чтобы понять их причину, а тем более правильно учесть, делая анализ и прогнозируя события. Подобные изменения ведут к формированию новых предметов и структур материального мира. Они же вместе с тем служат и причиной их разрушения.

Случайные неопределенные изменения – то «поле возможностей», из которых система создает свои состояния.

Такова диалектика самоорганизации материи (синергетики). Одни и те же факторы изменчивости стимулируют созидание и разрушение. Изменяемость формируется за счет случайных, вероятностных изменений. Создать их нельзя, но можно и нужно готовить почву для их возникновения в нужном направлении.

Наследственность

Наследственность является вторым важнейшим фактором, определяющим развитие. Под *наследственностью* понимается способность системы повторять ее характерные признаки и особенности в ряду последующих изменений.

По меткому выражению Н.Н. Моисеева, *наследственность* означает способность «будущего зависеть от прошлого» (Моисеев, 1990).

Таким образом, *наследственность* является тем фактором, который «загоняет» случайные и неопределенные изменения в «русло» закономерности и устойчивости, не давая процессу стохастических и вероятностных изменений (трансформаций) превратиться в набор хаотических событий, которые в принципе невозможно предвидеть. Наследственность – это мостик между прошлым и будущим. Информационной основой наследственности является память системы, основные представления о которой будут даны в следующем разделе.

Примечание

Благодаря наследственности мы, зная прошлое, можем с большой степенью вероятности предвидеть будущее. Конечно, эти наши прогнозные оценки всегда будут носить вероятностный характер. Однозначность почти исключается из-за относительной стохастичности происходящих событий. Однако благодаря наследственности мы можем составить тот «коридор», за который не могут выйти значения будущего. Причем это нельзя сделать без знания прошлого. (Может быть, интуитивно чувствуя это, люди стремятся узнать свою историю.)

Эти закономерности просматриваются в неживой природе, живой природе и обществе. Мы не можем с точностью до градуса определить температуру на завтра - однако почти наверняка можно говорить, что в июле не будет -20°C , а в январе $+30^{\circ}\text{C}$. Вряд ли можно предвидеть до тонкостей особенности животного, которому предстоит родиться, но мы знаем, что от пингвина родится пингвиненок, а от зебры - зебренок. Причем уверены, что пингвина не встретим в горах Крыма, а зебру - во льдах Гренландии. Хотя и там, и там, в принципе, могут обитать другие животные, и мы можем почти наверняка их назвать. Мы готовы к любым сенсациям на рынках валюты или на выборах президента. Но мы уверены, что курс гривны к доллару не будет равен завтра курсу британского фунта, а послезавтра - японской йены. За четыре года до президентских выборов мы вряд ли назовем имя будущего президента, но мы можем сказать, у кого «нулевые» шансы им стать. Сегодняшний студент, водитель троллейбуса или футболист, в принципе, могут замахнуться на этот судьбоносный для каждого государства пост,

но социальная наследственность государства гарантирует, что это случится, во всяком случае, не через четыре года. Историческая наследственность Украины говорит и о другом: кем бы ни был ее будущий президент, можно уверенно говорить, что в ближайшие 10 лет она не начнет экспортировать супер-автомобили или видеотехнику. Правда, так же наверняка можно утверждать, что наши авиационные инженеры и летчики не поедут учиться в Японию, архитекторы - в Гану, а музыканты - в США. Увы, очень трудно вырваться из цепких пут наследственности, которые связывают систему с прошлым, но эти же связи могут сыграть роль «соломинки», которая позволит выжить системе в будущем.

Термин *наследственность* заимствован из биологии. Ученые других областей знаний могут использовать иные термины, вкладывая в них аналогичное содержание. Физик или химик скажет о базовых свойствах системы, определяющих направленность протекающих процессов (реакции), экономист или социолог – о «радициях и социально-экономических предпосылках, которые созрели (или не созрели) в обществе. Наследственность обусловлена множеством параметров и фактически определяет лишь одно: какие из этих параметров «имеют право» измениться, а какие «не имеют права» меняться, чтобы система продолжала оставаться системой и будущее выросло из прошлого.

Наследственность обеспечивает *закономерность* изменений и устойчивость системы, «способность будущего зависеть от прошлого».

Отбор

Отбор – это третья и, пожалуй, наиболее трудная для восприятия понятие *механизма развития*. Согласно классическому определению, *отбор* – выделение кого-либо или чего-либо из какой-либо среды по определенному признаку (Социологический, 1998).

Принципиальная функция отбора сводится к выделению свойств или характеристик системы, которые могут быть востребованы в будущем. Таким образом, выделяются не столько кто-либо или что-либо, а свойства и характеристики, носителями которых они являются. Обозначим те исходные позиции, с которых начнем анализ категории отбора.

Отбор – инструмент поиска наиболее эффективных состояний системы.

Развитие любой системы может проходить по множеству вариантов так называемых «возможных продолжений». Пока событие не произошло каждый из этих вариантов является лишь гипотезой.

Примечание

Интересно, что еще во времена Лагранжа (т.е. в XVIII веке) потенциально возможные варианты перемещения точки в механической системе были названы виртуальными перемещениями. Причем к ним относили любые возможные траектории, связанные с точкой, даже те, которые не обязательно удовлетворяли законам физики. Эти «виртуальные движения» могут вызываться любыми произвольными, в том числе случайными (стохастическими) причинами.

Таким образом, еще в XVIII веке было понятно, что случайная изменчивость предоставляет природе целое «поле возможностей», из которых отбираются и реализуются лишь те, которые удовлетворяют некоторым специальным условиям (принципам отбора). Подчеркнем, что отбор, следуя своим объективным законам, совершает Природа, а Разум лишь фиксирует этот факт.

Примечание

Иногда человек самоуверенно считает, что именно он является субъектом отбора, т.е. той инстанцией, которая и осуществляет выбор. Основания для этого дает кажущееся могущество человека (вторжение в природу, перестройка геологической среды, генная инженерия, господство над флорой и фауной). Но при всем этом человек всего-навсего – лишь объект отбора. Выбор же, который делает человек, важен только по одной причине. Правильность сделанного человеком выбора является критерием того, будет ли отобран природой он сам. То есть отбираются для будущей истории его способности собирать и понимать информацию, его навыки работы, его способность организации экономики, его формы социального устройства и т.д.

Отбор – селекция в пользу наиболее эффективных состояний системы.

В проблеме отбора важно дать объяснение двум ключевым моментам:

- во-первых, критерию отбора;
- во-вторых, формам отбора.

В принципе, эти два момента являются ключевыми при выполнении любого вида работ. Критерий отбора согласуется с целью выполнения работы, т.е. отвечает на вопрос, *что* нужно достичь. Форма отбора соответствует средствам (технологическим процессам) достижения цели, т.е. отвечает на вопрос, *как* достигается цель.

Критерий отбора

Набор «фильтров», при помощи которых из всего множества мыслимых изменений природой в реальность «пропускаются» лишь некоторые, очень велик. Эти «фильтры» и являются принципами отбора. Для физических систем к их числу относятся все законы физики и химии (в частности, законы Ньютона, термодинамики и др.). Отбор биологических систем базируется на внутривидовой борьбе. Свои принципы отбора у экономических систем. Они основаны на экономических законах (в частности, законе стоимости и др.).

Существует ли какой-либо общий принцип, связывающий воедино различные частные критерии отбора? Если существует, то в чем его сущность?

В трудах ученых таким общим принципом называется *минимум рассеивания (диссипации) энергии*, или *уменьшения энтропии*, что, в конечном счете, ведет к увеличению степени упорядоченности систем. В частности, Л. Онсагер называет *принцип минимума потенциала рассеивания энергии*, а И. Пригожин – *принцип минимума производства энтропии* (см.: Моисеев, 1990).

Ученый убеждает

«Мне кажется, что особую роль в мировом эволюционном процессе играет «принцип минимума диссипации энергии». Сформулирую его следующим образом: если допустимо не единственное состояние системы (процесса), то реализуется то состояние, которому отвечает минимальное рассеивание энергии, или, что то же самое, минимальный рост энтропии.

Мне представляется справедливой (может быть, лучше сказать - правдоподобной) следующая гипотеза. Если в данных конкретных условиях возможны несколько типов организации материи, согласующихся с другими принципами отбора, то реализуется та структура, которой отвечает минимальный рост, или мак-

симальное убывание энтропии. Поскольку убывание энтропии возможно не только за счет поглощения внешней энергии и (или) вещества, реализуются те из мысленно возможных (виртуальных) форм организации, которые способны в максимальной степени поглощать внешнюю энергию (или вещество). Этот принцип отбора я буду называть «обращенным принципом диссипации...» (Моисеев, 1990).

Таким образом, можно предположить, что эволюция природы является последовательным процессом самоорганизации природных систем (в неживой природе, живой природе и обществе), в ходе которого отбираются природные структуры, в максимальной степени способные накапливать свободную энергию.

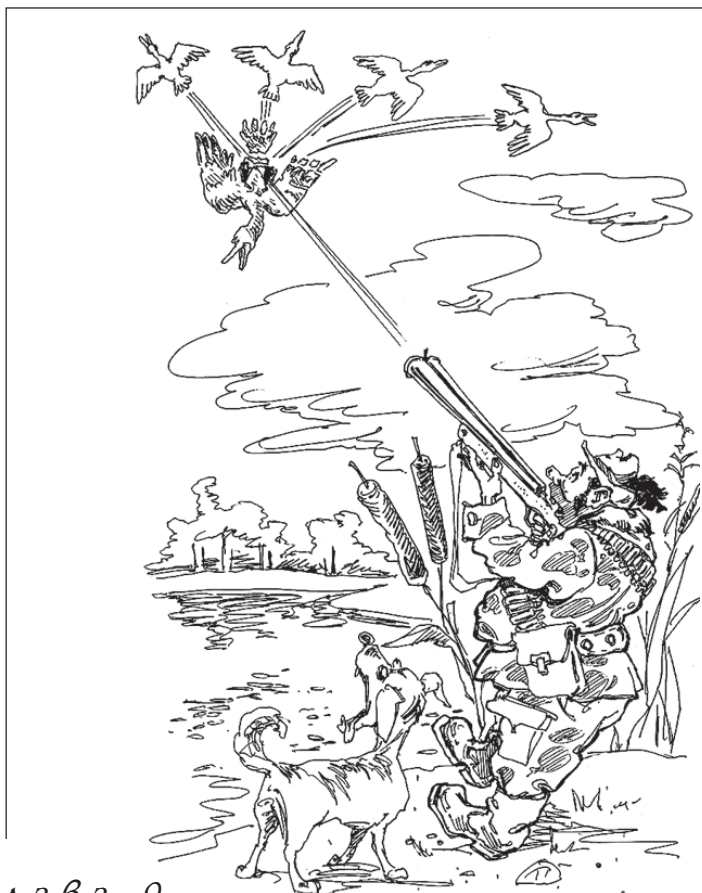
Критерий отбора – минимум рассеяния энергии, или уменьшения энтропии.

Будем считать, что в первом приближении мы получили ответ на вопрос о критерии отбора. Вопрос этот чрезвычайно сложен и затрагивает самые глубины процессов развития. Погрузившись в них, мы поймем, что формулирование критерия отбора на основе показателя энтропии является более точным, чем на основе показателя диссипации энергии, который является лишь частным случаем энтропийного критерия.

Заметки на каждый день

- *Наследственность* - это память природы относительно того, что не следует делать. Раньше в деревнях никогда не перепахивали овражки, по которым весной шла талая вода. Потом эту память у людей отбили, стали пахать все, что хорошо пашется. И на теле земли вследствие водной эрозии появились страшные раны - глубокие незаживающие овраги.
- Чтобы собрать результаты, нужно посеять изменения.
- Неудачи часто бывают случайными, успехи - всегда закономерны. Наши полевые работы весной - еще не гарантия, что осенью мы соберем урожай. Внезапный заморозок, мгновенный ливень, мимолетный ураган могут свести на нет плоды нашего труда... Но что можно утверждать точно - мы никогда не соберем урожай, если не вспашем землю, не засеем поле, не обработаем всходы...
- «Под лежащий камень вода не течет», - формула, рожденная жизнью... Пойдите на собеседование, пошлите заявку, подайте на конкурс... Вам обязательно повезет, если не с первого, то со второго, пятого или двадцатого раза. Жизнь - это всегда лотерея, но удача приходит к сильным, настойчивым, терпеливым...

- *Анекдот в тему. Одному человеку постоянно не везло... неудачи в бизнесе, в личной жизни... куча долгов... Наконец человек не выдержал и возроптал: «О, Боже, почему ты поддерживаешь других и не замечаешь меня? Хоть бы в лотерее помог выиграть!». И вдруг с неба раздался голос: «Это ты мне помоги - купи хоть один лотерейный билет!».*
- *На любом из уровней мироздания действует единый критерий отбора: в будущее получают пропуск лишь наиболее эффективные формы. С некоторого момента истории человек стал субъектом отбора - природа доверила ему ответственную функцию выбора... Теперь он решает, какие формы (в том числе биологические) взять с собой в будущее. Нельзя все же забывать, что при этом человек остался и объектом отбора... Просто природа стала отбирать самых эффективных отбирающих... То есть тех, кто умеет отбирать наиболее эффективно и наиболее эффективно... Поистине, семь раз отмерь!*
- *Из телепередачи времен «оранжевой революции»: «...Человек растет физически и духовно, только когда делает выбор» (Д. Выдрин).*



Глава 9

Трансформационные механизмы



Многовариантность — основа трансформации системы

В предыдущем параграфе мы познакомились с тремя ключевыми факторами, определяющими развитие любой системы, — *изменчивостью, наследственностью, отбором*. Мы убедились также, что в природе и обществе действует единый критерий отбора, в соответствии с которым из многих возможных состояний системы отбирается и реализуется то, которому отвечает *минимум энтропии*.

Однако важен не только критерий отбора, но и тот механизм, при помощи которого он реализуется. Именно характер этого механизма оказывает колоссальное влияние на темпы развития системы.

Под *трансформационным эволюционным механизмом* (т.е. механизмом изменения) развивающихся систем следует понимать совокупность логических связей и процедур, обеспечивающих реализацию ключевых факторов развития — изменчивости, наследственности, отбора — и их результирующее взаимодействие.

Как было показано выше, развитие любой системы начинается с ее изменчивости. От того, как будут задаваться переменные состояния системы, будет зависеть и характер самого отбора. Для того чтобы природа отобрала по уже известному критерию оптимальный вариант состояния системы, нужно, чтобы была обеспечена многовариантность ее изменений. Многовариантность изменений системы означает ее относительную свободу.

Свобода — необходимая предпосылка развития. Свобода предполагает случайность и неопределенность изменений.

Степень свободы увеличивается по мере увеличения уровня стохастичности и неопределенности возможных превращений системы. И наоборот, чем менее случайны и более вероятны изменения системы, тем жестче регламентировано ее поведение. Правда, как мы убедимся в следующей части книги, наиболее высокие темпы развития наблюдаются при оптимальном соотношении факторов случайности и определенности.

Упомянутые характеристики (изменчивость и многовариантность возможных состояний системы в сочетании со стохастичностью и неопределенностью происходящих изменений) являются обязательными компонентами любого трансформационного механизма. Однако в разных трансформационных механизмах они реализуются по-разному. И это определяет эффективность механизма и скорость протекания эволюционных процессов.

Два способа трансформации систем

Академик Н. Моисеев (Моисеев, 1990) называет трансформационные механизмы эволюционными. Он выделил два основополагающих класса эволюционных механизмов, которые условно могут быть названы *адаптивными* и *бифуркационными*.

Примечание

Термин «бифуркационный» происходит от лат. *bis* - дважды, *furca* - вилы и означает «раздвоение, разветвление». Почему используется именно этот термин, попытаемся объяснить ниже.

Адаптационные механизмы предполагают такой характер изменений в системе, который позволяет ей приспосабливаться к воздействиям внешней среды без утраты системой ее принципиальных отличительных признаков. При адаптационном механизме, несмотря на все изменения, система продолжает сохранять свою целостность, т.е. оставаться самой собой: биологический организм (особь) – тем же самым биологическим организмом, семья – семьей, фирма – фирмой, войсковое подразделение – войсковым подразделением, государство – государством (как политическое образование).

Бифуркационные механизмы предполагают такой характер изменений в системе, при котором система утрачивает ее принципиальные отличительные признаки, переходя в новое качество, хотя и сохраняя наследственную связь с прежним состоянием. При бифуркационном механизме система теряет свою целостность, переходя в новое качество: биологический вид сохраняет свое существование через последовательную смену поколений; семья может разъединиться или соединиться с другой семьей, сохраняя некоторые устои прежней семьи; фирма может быть реорганизована (укрупнена, разукрупнена, поменять свое название, отрасль, вид деятельности), при этом оставшиеся сотрудники будут носителями традиций старого предприятия; на территории прежней страны (в прежних границах или новых) может возникнуть новое государственное образование (с новым политическим строем, новым административным делением, новым названием), которое формально или неформально (через своих граждан) останется правопреемником или носителем национальных черт прежней структуры.

Указанные два класса механизмов Н.Н. Моисеев сравнивает с двумя различными режимами течения жидкости в трубе – ламинарным и турбулентным.

Подробности

Ламинарный, т.е. плавный режим течения жидкости, когда ее частицы движутся параллельно оси трубы, наблюдается при незначительных расходах жидкости. В этом случае сохраняется линейная зависимость напора (необходимого давления в трубе) от объема жидкости, который нужно прокачать в единицу времени. Однако при увеличении этого объема (расхода жидкости) до критического значения прежний режим движения жидкости существовать уже не может. Старая организация системы разрушается. Вместо ламинарного движения жидкости возникает турбулентное, т.е. вихревое. Оно характеризуется тем, что единый плавный поток распадается на многочисленные вихри различных размеров, вследствие чего их гидродинамические и термодинамические характеристики (скорость, температура, давление, плотность) испытывают хаотичные (т.е. стохастичные и неопределенные) флуктуации (изменения). Это значит, что указанные параметры изменяются в пространстве (от точки к точке) и во времени нерегулярно. Линейная зависимость необходимого напора прокачки удельного объема жидкости нарушается, и значение напора начинает быстро расти (Моисеев, 1990).

Этот пример иллюстрирует один очень важный факт: физические системы могут обладать пороговыми состояниями, пере-

ход через которые ведет к резкому, качественному изменению протекающих процессов – к трансформации их организации. Этот переход обладает очень важным, с точки зрения ускорения процессов развития, свойством: он скачкообразно увеличивает характеристики изменяемости системы. Во-первых, после *бифуркации* (т.е. разветвления) система распадается на множество возможных структур (состояний), в рамках которых в дальнейшем может развиваться система (отсюда происходит и название данного класса механизмов). Во-вторых, резко увеличивается стохастичность и неопределенность каждого из этих состояний. Предсказать заранее, какая из этих структур реализуется, нельзя в принципе, ибо это зависит от неизбежно присутствующих случайных изменений – флуктуаций системы.

Схематично пути реализации *адаптационного* (или *адаптивного*) и *бифуркационного* классов механизмов показаны на рис. 9.1.

Вышеприведенные характеристики указанных классов механизмов позволяют дать сравнительный анализ возможного влияния этих механизмов на интенсивность эволюционных процессов.

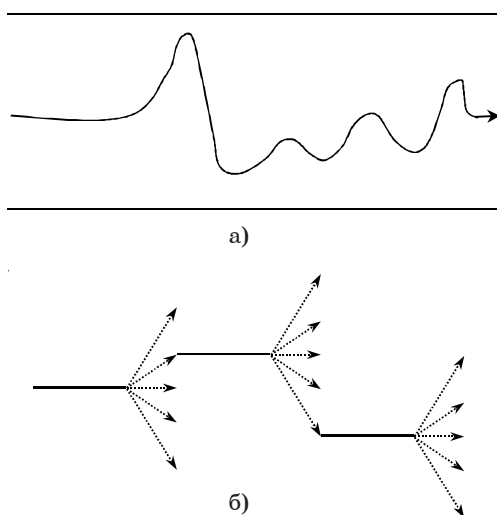


Рис. 9.1. Схемы реализации адаптационного (а) и бифуркационного (б) классов эволюционных механизмов

Адаптационные механизмы обладают тем отличительным свойством, что ни внешние, ни внутренние возмущения при помощи этих механизмов не способны вывести систему за пределы того, по словам Н.Н. Моисеева, «обозримого канала эволюции», того коридора, который приготовила природа для развития данной системы. Границы этого коридора обусловлены физическими возможностями системы приспосабливаться к изменениям внешней среды. Следовательно, параметры потенциальных изменений состояния системы не могут существенно отличаться друг от друга. Таким образом, возможные состояния системы достаточно обозримы в перспективе, а пути ее развития предсказуемы с достаточной точностью.

«Чудеса» бифуркационных механизмов

Бифуркационные механизмы по сравнению с адаптационными обладают целым рядом отличительных свойств, позволяющих колоссально ускорить процессы развития. К таким свойствам можно отнести:

- максимальное увеличение вариантности состояний и разброса возможных параметров системы;
- неопределенность будущего, что объясняется высокой степенью случайности и вероятности флуктуаций (спонтанных изменений) системы;
- необратимость развития; в силу вероятностного и случайного характера изменений вероятность возврата в обратное состояние практически равна нулю (!); время, как и эволюция, приобретает *направленность и необратимость*.

Бифуркационные изменения, при которых система «забывает» прошлое состояние, резко ускоряют темпы развития.

В свете этого бифуркационные механизмы создают почти идеальные условия для развития. Повторим еще раз его необходимые предпосылки.

Для развития нужна память. Но нужна для того, чтобы закрепить уже произошедшие изменения. Чтобы система снова не

скачивалась в старое состояние... Однако «очень хорошая память» превращается в тормоз развития, когда нужно произвести новые изменения, когда нужно нарушить старое равновесие. Значит, чтобы изменение произошло, система должна «забыть» старое состояние. С обретением нового состояния система снова должна «вернуть» память, чтобы информационно закрепить новое качество.

Именно близкие к этому условия создаются в системе при бифуркационных механизмах развития. Состояние катастрофы, в котором время от времени оказывается система, позволяет как бы «забывать» (или почти «забывать») свое прошлое. После перехода через бифуркационное состояние происходит разветвление путей эволюции. Каждый из них природа может выбрать в качестве оптимального направления для реализации дальнейшего развития. При этом новое качество цепко закрепляется необратимостью в старое состояние.

Пример

Впервые в планетарном масштабе природа реализовала бифуркационные механизмы, создав биологический тип эволюции. Производя свое потомство, каждый организм создает разветвленный путь развития биологического вида. Новое поколение несет наследственные признаки своего вида (от зайца может родиться только заяц, а от крокодила - крокодил), но, вместе с тем, оно создает те необходимые предпосылки, без которых немислим процесс развития. Потомство вносит значительное разнообразие в старую систему, и это разнообразие обеспечивается случайными мутациями системы. Из нового потомства выживут только те особи, которые лучше других способны приспосабливаться к окружающей среде. (А мы помним и конкретный критерий отбора: у кого информационная способность уменьшать диссипацию (рассеивание) энергии окажется выше.) Именно эти, более живучие особи получают возможность произвести следующее потомство (т.е. новую бифуркацию).

Возможно, природа и смогла бы произвести существующее на планете биологическое разнообразие, используя адаптационные механизмы первых прокариотов (в этом случае каждая структура, заняв свою биологическую нишу, смогла бы, постепенно приспосабливаясь, искать свой путь), но для этого понадобились бы, видимо, сотни миллиардов лет, а не те несколько миллиардов, за которые произошла эволюция живой природы. Именно этот факт действия бифуркационных механизмов первым разглядел Дарвин.

Таким образом, бифуркационные механизмы, действуя совместно с адаптационными, позволили резко интенсифицировать

мутагенез (т.е. возникновение случайных, неопределенных изменений) на планете, вследствие чего стали быстро меняться условия жизни на Земле. Это, в свою очередь, стимулировало быстрое вымирание старых видов и появление новых.

Трансформационные механизмы в живых системах

В свете изложенного становится понятным колоссальное значение смертности, которую обрели живые организмы. (Прокариоты, как отмечал Н.И. Моисеев (1990), были бессмертными.) Это цена, которую заплатила природа за резкое ускорение темпов развития.

С возникновением живой природы получают дальнейшее развитие оба вида эволюционных механизмов: как *адаптационные*, так и *бифуркационные*.

Выработка рефлексов – это результат действия *адаптационных* механизмов. Любое постепенное изменение тех или иных свойств развивающихся систем (в том числе усвоение «правил поведения» отдельными членами популяции) происходит под действием подобных механизмов. Каждый раз подобные механизмы отыскивают такое состояние системы (организма), которое будет соответствовать минимуму диссипации энергии, или наименьшему значению энтропии.

В то же время получили колоссальное развитие бифуркационные механизмы. Прежде всего это связано со сменяемостью поколений. Именно этот фактор, открытый Ч. Дарвином, явился мощным ускорителем эволюции и фактором значительного увеличения разнообразия природы планеты. Таким образом, бифуркационные механизмы начинают воспроизводить себя, ведь основа бифуркации – это многообразие. Но, с другой стороны, и сама бифуркация является источником многообразия.

Роль человека в развитии трансформационных механизмов

Развитие головного мозга и возникновение на его основе интеллекта послужило новым скачком в совершенствовании бифуркационных механизмов. Напомним, что принципиальным свой-

ством интеллекта является *абстрактное мышление*, то есть способность формировать информационные образы материального мира в относительном отрыве от реальных явлений. Эта способность предполагает, прежде всего, прогнозирование возможных событий (подробно см.: Мельник, 2000).

Таким образом, возникают реальные предпосылки формирования *виртуальных бифуркаций* возможных событий и отбора наиболее оптимальных вариантов до того, как они произойдут в реальном масштабе времени. Нет нужды лишней раз говорить, что информационное (виртуальное) проигрывание возможных вариантов (бифуркаций) событий происходит в сотни и тысячи раз быстрее, чем их реальное течение. Кроме того, интеллект способен отсекал заведомо «глупые» варианты, используя интуицию. (В этом, кстати, основное преимущество человека в шахматной игре с компьютером, который вынужден просчитывать все потенциально возможные ходы, включая заведомо проигрышные.) Все вместе взятое позволяет достичь колоссальной экономии времени (а следовательно, и сбережения энергии системы).

Интеллект позволяет *отбору* работать на виртуальном уровне.

Вторым преимуществом развития бифуркационных механизмов на основе интеллекта является *эвристический способ мышления*, предполагающий формирование принципиально новых вариантов развития системы, которые бы не могли возникнуть естественным путем (или имеют очень малую вероятность подобного возникновения). Эти новые варианты могут объединять возможные состояния данной системы, которые могли бы произойти в различных фазах ее развития во времени либо в различных пространственных условиях. Подобное гипотетическое проектирование может давать такие комбинации, в которых система в настоящее время находиться не может. Более того, виртуальная бифуркация допускает своеобразную «гибридизацию», т.е. «конструирование» возможного состояния системы из параметров, принадлежащих другим системам. Например, вряд ли природа «догадалась» бы развивать птицеводство Украины по пути выращивания страусов. Эти птицы не обитают в естественных украинских условиях. А человек решил совместить

несовместимое – и в стране появилось несколько страусиных ферм. Все это можно назвать *нелинейной логикой* или *нелинейным мышлением*. (Некоторые направления ее использования в условиях социально-экономического развития рассмотрены в: Мельник, 2000; Могилевский, 1999.)

Третьим фактором, усилившим возможности бифуркационных механизмов на этапе общественного развития, является *многообразие информационной основы* субъектов, осуществляющих процессы бифуркации. И формирование вариантов возможных состояний, и их отбор определяются той субъективной шкалой предпочтений, которая существует у каждого человека. А точно предусмотреть действия людей нельзя в принципе: в одних и тех же условиях два разных человека часто принимают совершенно разные решения. Отсюда возникает неоднозначность. Она обусловлена различными предпочтениями людей, принимающих решения. Эта неоднозначность предпочтений является дополнительным фактором увеличения многообразия возможных вариантов состояния и служит благоприятным фактором ускорения развития.

Ученый убеждает

Н.Н. Моисеев: «Каждое состояние социальной системы... является бифуркационным. Именно это обстоятельство приводит к резкому ускорению всех процессов самоорганизации общества. По мере развития научно-технического прогресса и производительных сил организационные основы общества начинают изменяться во все возрастающем темпе... Заметим, что язык оптимизации, т.е. функционалы, с помощью которых могут быть описаны алгоритмы развития на нижних уровнях организации материи, сохраняет свое значение и для социальной реальности. Однако интеллект производит фильтрацию возможных решений, возможных типов компромиссов неизмеримо эффективнее и быстрее, нежели это делает механизм естественного отбора.

Активное участие интеллекта в процессе развития позволяет расширить область оптимума. Общественные силы перестают быть рефлексными, такими, в которых локальный минимум разыскивается по четко регламентированным правилам. Поэтому для описания алгоритмов развития, действующих в системах социальной природы, простого языка оптимизации становится уже недостаточно. Мы вынуждены использовать другие способы описания, принятые в теории исследования операций и системном анализе. В частности, это язык и методы анализа конфликтных ситуаций и многокритериальной оптимизации.

Особое значение приобретает «обобщенный принцип минимума диссипации», область применения которого непрерывно расширяется. На протяжении всей

истории человечества стремление овладеть источниками энергии и вещества было одним из важнейших стимулов развития и устремления человеческих интересов. И поэтому оно всегда было источником разнообразных конфликтов.

По мере развертывания научно-технического прогресса, по мере истощения земных ресурсов все более утверждается новая тенденция - стремление к экономному расходованию этих ресурсов. Возникают, в частности, безотходные технологии. Преимущественное развитие получают производства, требующие небольших энергозатрат и материалов, это прежде всего электроника и биотехнология. На протяжении всей истории темпы развития энергетики опережали темпы развития других отраслей производства. Теперь, кажется, эти темпы начинают выравниваться.

Способность использовать свободную энергию и другие ресурсы планеты практически всегда определяла исход конфликтов между социальными структурами, а также отбор таких структур» (Моисеев, 1990).

Прослеживая эволюционное развитие природы на Земле, можно увидеть многочисленные проявления эмансипации (увеличения степени свободы) человека в ходе эволюции. Это и расширение возможностей физического передвижения человека, и рост степени универсальности, что позволило человеку творить объекты материального мира. Это также расширение среды обитания и углубление сферы проникновения человека в компоненты этой среды. Всего этого человек достиг при помощи искусственно создаваемых материальных объектов. Это и возможность самому создавать информационные программы своего развития. Наконец, мы видим, что Природа делегировала человеку даже функцию отбора.

Не следует забывать, впрочем, что Природа оставляет за собой право корректировки этого отбора по принципу «отбора отбирающих». При этом пропуск в будущее получают только те индивиды и общественные группы, которые силой своего разума способны находить (выбирать) самые эффективные пути развития человечества.

О волнах и нелинейности поведения систем

Как это было уже показано выше, любая система может существовать, самоорганизовываться и развиваться только в том случае, если она способна быть стационарной, т.е. поддерживать относительно постоянные значения своих параметров. Это

постоянство тем не менее никогда не бывает абсолютным, так как состояния любой системы подвержены колебаниям. Колебательные изменения состояния системы в большинстве своем носят упорядоченный характер, благодаря чему колебания приобретают форму волнового (ритмического) движения. Волновыми свойствами непременно обладают и все среды, в которых находятся системы.

Волновые свойства среды и системы играют чрезвычайно важную роль в обеспечении процессов метаболизма, самоорганизации и развития систем. Прежде всего следует отметить процессы зарождения систем, которые начинаются с явлений флуктуации, т.е. возникновения неоднородности отдельных элементов, из которых состоит среда. Подобные явления могут возникнуть и значительно усиливаться благодаря волновым (колебательным) свойствам среды.

Не менее важную роль играют волны и в реализации явления синергетизма, т.е. когерентности отдельных элементов, объединяющихся в систему. Волны становятся своеобразным средством, при помощи которого отдельные элементы «согласовывают» свое поведение. Инструментом такого «согласования» становится синхронизация колебаний, или волнового движения, отдельных элементов.

Синхронизация колебаний – это установление и поддержание такого режима колебаний двух или нескольких связанных систем, при котором их частоты равны, кратны или находятся в рациональном отношении друг с другом. Различают взаимную синхронизацию колебаний связанных систем, при которой каждая из систем действует на другие, и принудительную (называемую также захватыванием частоты), при которой связь между системами такова, что одна из них (синхронизирующая) влияет на другую (синхронизируемую), а обратное влияние исключено. В этом случае устанавливается колебание с частотой синхронизирующей системы (Физический, 1995).

В «динамической матрешке» мироздания все слои взаимосвязаны и взаимообусловлены. Частицы образуют атомы, из которых состоят молекулы; молекулы являются строительным материалом для клеток, из которых состоят люди; люди создают социальные объединения, формирующие человеческое общество...

Нет нужды обосновывать объективный характер предпосылок синхронизации всех уровней указанной «динамической матрешки». Любое движение человека возможно не иначе, как посредством синхронного перемещения клеток, молекул, атомов, частиц, формирующих организм данного человека. Соответственно, функционирование любых общественных структур (предприятий, национальных экономик, трансграничных объединений) возможно только на основе синхронизированной деятельности людей. В данных примерах верхний уровень является синхронизирующим, нижние – синхронизируемыми. Вопрос в том, в какой степени верхний уровень сам подвержен влиянию извне. В частности, в какой мере человек свободен в реализации своей воли, и в какой он сам должен считаться с факторами, привносимыми извне. К таким факторам можно отнести биоритмы, суточные и сезонные изменения погоды, другие циклические колебания, источники которых – явления космического характера.

Волновые изменения системы затрагивают сразу несколько моментов: во-первых, теоретические закономерности волнового движения в физических средах (в числе основоположников волновой теории можно назвать С. Расела, Дж. Максвелла, А. Пуанкаре, М. Планка, Л. де Бройля, А. Эйнштейна, Э. Шредингера и др.); во-вторых, цикличность явлений природы (начиная от молекулярно-клеточного уровня и кончая уровнем мегакосмических объектов); в-третьих, воздействие космических явлений на природу Земли (в числе исследователей данного аспекта – А.Л. Чижевский, В.И. Вернадский, Л.Н. Гумилев); в-четвертых, ритмичный волновой характер событий, происходящих в человеческом обществе (в числе классиков исследования данного явления нельзя не назвать Н.Д. Кондратьева).

Уже сам волновой характер изменений системы предопределяет нелинейность зависимости ее состояния от факторов внешней среды и внутренних параметров системы. Эта нелинейность усиливается по мере удаления параметров системы от значений, соответствующих стационарному состоянию.

О многовариантности и катастрофах в жизни систем

Состояния, в которых может пребывать система, условно можно разделить на три вида:

- стационарное состояние (или состояние покоя); такое состояние соответствует устойчивому поддержанию уровня гомеостаза;
- состояние возбуждения (турбулентности); стационарность состояния системы нарушается, и она начинает «искать» новый уровень гомеостаза, соответствующий ее новым энергетическим возможностям; возбуждающий импульс может приходить в систему извне или зарождаться внутри нее самой;
- состояние рефрактерности (или состояние успокоения); обретя новый уровень гомеостаза, система постепенно возвращается в состояние стационарности.

Описанное выше состояние возбуждения системы характеризуется тем, что система выходит из стационарного состояния и скачкообразно меняет значения своих параметров. Это состояние имеет ряд особенностей. В числе основных можно выделить следующие:

- а) система переживает *кризис* (т.е. резкий крутой перелом, тяжелое состояние), при котором нарушаются существующие связи между элементами системы;
- б) возникает *многовариантность* продолжения состояния системы (рождение нового поколения у биологических особей; замена выпускаемой продукции на производственном предприятии, выборы нового парламента или кабинета министров в стране, конкурсный характер использования средств в НИИ, смена поколений в спортивной команде, пр.); неустойчивость кризисного состояния системы в сочетании с множественностью потенциально возможных (виртуальных) вариантов продолжения обуславливает возможность резкой скачкообразной смены траектории развития системы;
- в) создаются предпосылки *необратимости* развития системы; система не в состоянии в полной мере вернуться в старое состояние (появившееся новое поколение биологического вида не может исчезнуть бесследно, оно занимает пространство и требует пищи; предприятие демонтировало старую технологическую линию, так как спрос на старую продукцию упал;

новый состав парламента на законных основаниях не откажется от своих полномочий в пользу старого; истраченные на новый проект деньги уже не могут быть возвращены для выполнения старого проекта; старым игрокам команды не вернуть молодость).

С математической точки зрения отмеченное выше состояние турбулентности системы описывается нелинейными функциями, имеющими при некоторых характеристиках параметров экстремальные значения. Другой особенностью, которая должна быть охарактеризована математическим аппаратом, является многовариантность поведения функции. Это значит, что при одном и том же значении аргумента может быть несколько значений функции либо что одному значению функции может соответствовать несколько значений (корней) аргумента. Еще в XVIII–XIX веках принципы вариантности были исследованы в математике и физике Мопертьюном, Гауссом, Эйлером. Во второй половине XX века разрозненные исследования феномена нелинейности были систематизированы французским математиком-топологом Р. Томом в *теории катастроф*.

Основная идея Р. Тома заключалась в том, чтобы применить теорию динамических систем для анализа как структурно-устойчивых состояний системы (невосприимчивых к незначительным возмущениям, т.е. изменениям параметров системы), так и резких (скачкообразных, разрывных) изменений в системе при плавном изменении ее параметров. Именно подобные качественные трансформации системы принято называть *катастрофами*.

Об устойчивости и неустойчивости системы

Можно выделить несколько ключевых понятий, характеризующих явления трансформации систем и позволяющих глубже понять природу самих трансформационных процессов.

Устойчивый характер состояния системы: наблюдается в том случае, если значения параметров системы несущественно реагируют (изменяются) в ответ на изменение характеристик внешней среды. Это происходит в том случае, если системе при помощи механизмов отрицательной обратной связи удается удерживать неизменный уровень гомеостаза.

Те изменения, которые происходят в системе при ее устойчивом состоянии, как правило, описываются *линейными* зависимостями параметров системы между собой и факторами внешней среды (строго говоря, указанные зависимости приближены к линейным соотношениям). А сама динамическая система в таком состоянии называется *устойчивой линейной системой*.

Подробности

Свойства линейных систем не зависят от происходящих в них процессов. Линейные системы обладают и другими отличительными свойствами. В числе важнейших из них следует назвать: а) обратимость состояния (важнейших параметров); б) непрерывность (неразрывность) характеристик изменения важнейших параметров; в) относительная детерминированность (определенность) изменений в системе (они носят предсказуемый характер, т.е. подчиняются фиксированным закономерностям); г) динамическая равновесность; д) относительная симметричность взаимодействия внутренних и внешних факторов (результат действия механизмов отрицательной обратной связи); е) независимость значений ключевых параметров системы от времени и/или пространства; ж) соответствие суперпозиционному принципу. Последнее означает, что результирующий эффект сложного процесса воздействия представляет собой сумму эффектов, вызываемых каждым воздействием в отдельности при условии, что эти воздействия не влияют друг на друга.

Неустойчивый характер состояния системы: наблюдается в том случае, если значения параметров системы существенно изменяются в ответ на изменение характеристик внешней среды. Это происходит в том случае, если система при помощи механизмов положительной обратной связи трансформирует уровень своего гомеостаза (адаптационная трансформация) либо изменяет свое состояние путем бифуркационной трансформации (с образованием двух или нескольких новых состояний системы).

Изменения, которые происходят в системе при ее неустойчивом состоянии, описываются *нелинейными* зависимостями параметров системы между собой и с факторами внешней среды. Динамическая система в таком состоянии называется *неустойчивой нелинейной системой*.

Подробности

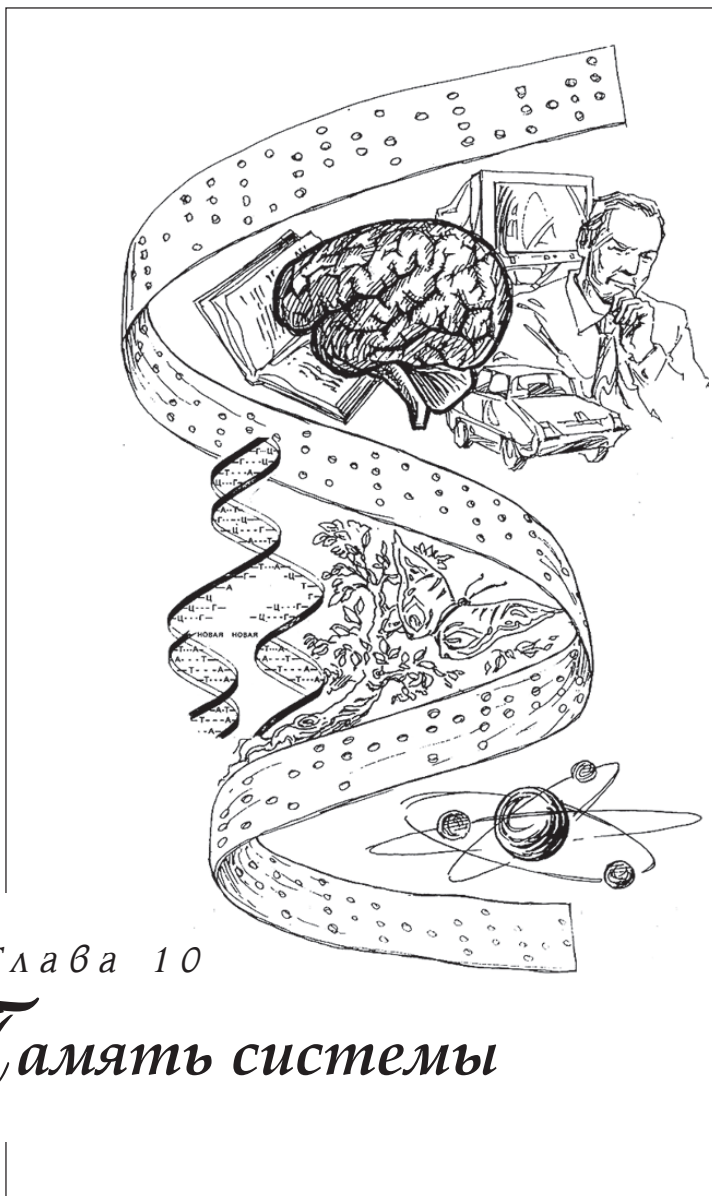
Свойства нелинейных систем зависят от происходящих в них процессов. Основные свойства нелинейных систем можно сформулировать следующим образом:

а) необратимость состояния (важнейших параметров); Самуэльсон как-то заметил: «Испания не могла бы оставаться прежней после Колумба...» (Занг, 1999); б) прерываемость характеристик изменения важнейших параметров; в) неопределенность поведения системы (развитие того или иного сценария часто может зависеть от случайного незначительного события); г) динамическая неравновесность; д) несимметричность взаимодействия внутренних и внешних факторов (результат механизмов положительной обратной связи); е) изменяемость ключевых параметров системы в зависимости от времени и/или пространства; ж) несоответствие суперпозиционному принципу (см. предыдущие «Подробности»).

К сказанному следует добавить, что системы могут быть устойчивы, неустойчивы и асимптотически устойчивы в зависимости от изменений их параметров.

Заметки на каждый день

- Многообразие - это питательный бульон, из которого вырастают изменения, почвой же, где произрастает многообразие, является свобода.
- Великая цитата: «Тот, кто за кусок хлеба продает свободу, рано или поздно теряет и одно, и другое».
- Кто-то мудрый сказал: «Волна - это изменение системы при сохранении массы». Наверное, и для отдельного человека, и для фирмы чрезвычайно важно уметь изменять свой «вес в обществе», не изменяя массы.
- Никому не дано наверняка судить о будущем. Что бы мы ни планировали, жизнь выберет свое. Лучше, чтобы жизнь выбрала из того, что предложите ей вы сами. Не ленитесь предложить ей не один, а несколько вариантов... Будьте готовы, что жизнь выберет любой из них. Не отчаивайтесь, если ни один из предложенных вами вариантов жизни не подойдет... В следующий раз при настойчивости и наблюдательности у вас появятся шансы быть успешней... Когда-нибудь вы сможете достичь совершенства, и жизнь станет выбирать лишь из того, что предлагаете ей вы... Если вы будете упорны, но гибки; наблюдательны, но не одержимы любопытством; трудолюбивы, но при этом рациональны; самокритичны, но не закомплексованы; оптимистичны, но не самоуверенны; решительны, но не авантюристичны... - вы сможете контролировать выбор судьбы.
- Дети - наше будущее. С какого-то момента именно им жизнь доверяет свой выбор. Не навязывайте им свои решения. Поступайте с ними так, как будто они есть сама жизнь, которая собирается в дальний путь - в будущее... Приготовьте им вещи в дорогу. Но пусть они сами соберут свой чемодан, выбрав то, что считают нужным. Они ближе к будущему... им и виднее.



Глава 10

Память системы



Зачем нужна память!

Информационное закрепление происшедших изменений является завершающим звеном каждого очередного цикла развития системы. Ведущую роль в этом играет память системы.

Память – это способность *накапливать, хранить и воспроизводить* информацию. Фактически закрепляются новые стандарты поведения системы, по которым она будет функционировать до возникновения и закрепления новых изменений. Функционировать – это значит многократно тиражировать и воспроизводить процессы жизнедеятельности системы. Таким образом, память является средством фиксации наиболее эффективных состояний системы и их последующего совершенствования.

Основным назначением памяти является запечатление и воспроизведение прошлого опыта системы. Для ее существования и развития чрезвычайно важной является способность накапливать, хранить и воспроизводить информацию о событиях внешнего мира и реакциях самой системы.

Память присутствует с первых моментов существования саморазвивающейся системы и на всем его протяжении. Практически действие любого из описанных выше механизмов, которые обеспечивают процессы развития, строится на использовании памяти.

- *Обеспечение согласованности* (когерентности) отдельных блоков системы. Уже само возникновение определенной открытой стационарной системы невозможно без памяти. Именно она закрепляет и осуществляет когерентность, т.е. синхронность действия отдельных частей системы. Именно память превращает совокупность частей в систему – структуру

«с коллективным» поведением. Чтобы система состоялась, каждый ее элемент должен «помнить» свою роль и выполнять правила коллективного поведения. Это должно быть закреплено информационно.

- *Поддержание гомеостаза.* Механизмы отрицательной обратной связи могут быть реализованы только на основе памяти. Чтобы реагировать на внешнее воздействие и корректировать свое состояние (удерживать гомеостаз), система, как минимум, должна «помнить» параметры своего гомеостаза и постоянно сравнивать их с характеристиками внешней среды. Это необходимо для выбора тех или иных механизмов обратной связи.
- *Осуществление метаболизма.* Процессы извлечения из внешней среды и закрепления в системе свободной энергии должны быть обеспечены информационно. Упорядоченность реализации энергетического потенциала, создаваемого гомеостазом системы, – это прежде всего информационная организация процессов. Любые проходящие через систему потоки вещества и энергии управляются информационно. Кроме того, это ведь также и потоки информации. Неизвестно еще, что важнее для деятельности системы: обмен материальными субстанциями или информацией. Скорее всего, одинаково важно и то, и другое. Закрепление энергии неразрывно связано с закреплением информации.
- *Трансформация гомеостаза* (реализация механизмов положительной обратной связи). Смена одного состояния другим, тем более скачок с одного уровня гомеостаза на другой могут быть осуществлены только на основе свойств необратимости. Система должна «запомнить» новое состояние. Это неосуществимо без памяти.

Роль памяти в эффективности системы

Именно память является решающим фактором в обеспечении необходимых предпосылок развития: необратимости, направленности, закономерности. Для того чтобы не скатываться в старое состояние (предпосылка необратимости), нужно «запомнить» (зафиксировать) новое состояние. Для того чтобы реализовыва-

лась направленность, необходим информационный коридор возможных изменений, т.е. опять-таки способность «запоминать» одни изменения и блокировать другие. И наконец, закономерность, предполагающая наличие причинно-следственных связей, означает прежде всего память об этих связях.

Именно память является необходимым условием реализации триады факторов развития: изменчивости, наследственности, отбора. Способность системы к изменчивости зависит от степени многообразия системы, которое закрепляется ее памятью. Наследственность – это способность системы помнить прошлые свои состояния. Отбор реализуется на основе перебора и сравнения информации о различных состояниях системы.

В том, насколько важна память реализации процессов развития, убеждает и изучение конкретных фактов эволюции природы.

Процесс развития системы представляет собой своеобразное прокладывание пути, по которому системе придется впоследствии «ходить» многократно, воспроизводя (повторяя) состояния, в которых она оказывалась. От того, насколько совершенную память имеет система, зависит ее способность зафиксировать наиболее успешные (эффективные) состояния и действия, приведшие к ним. Соответственно, от памяти же зависит способность «забыть» свои ошибки, приводящие к неуспешным (неэффективным) состояниям. Одной из наиболее наглядных моделей, демонстрирующих «работу» памяти, которая воспроизводит отшлифованный ранее путь развития системы, является яйцо.

Подробности

Именно в яйце природа сконцентрировала все необходимое для развития птиц или пресмыкающихся из жидкой субстанции до живого организма. Здесь присутствует источник энергии в виде высококалорийных веществ-энергоносителей, химическая энергия которых расходуется в строгом соответствии с информационным кодом. Здесь же, в яйце, находятся все необходимые «строительные материалы», из которых происходит формирование организма. Вся репродукция такого чуда природы, как рождение живого организма, возможна только благодаря вложенной в яйцо памяти развития данного биологического вида. Именно память по информационному сигналу включает ход биохимических процессов в яйце.

Информационным сигналом, как правило, является тепловой импульс. Он сигнализирует, что внешние условия «созрели». Для птиц это находящийся

в узких интервалах тепловой импульс, соответствующий температуре тела не-сушки.

Память же ведет и все последующие процессы, вплоть до последнего, когда живому организму предстоит покинуть свою первую обитель.

Создавая из жидкой бесформенной субстанции живое существо – с его костной системой, мышцами, работающим двигателем-сердцем, наконец, мозгом и нервной системой, – природа действительно совершает чудо. Самое чудесное в нем – ошеломляющие темпы происходящих процессов. Можно без преувеличения сказать, что создание живого существа из жидкой биомассы (!) при нормальной температуре и нормальном давлении (!) происходит за считанные дни (!!!). У некоторых птиц высидка занимает всего 12 дней, для большинства же птиц и пресмыкающихся энтогенез (внутрияйцевое развитие) составляет всего 1–2 месяца.

Причина этого заключается в потрясающей эффективности происходящего процесса. Выражаясь языком инженеров, его КПД приближается к 100%. В нем практически нет отходов ни вещества, ни энергии.

Чтобы ответить на вопрос, в чем секрет такой удивительной эффективности, нужно понять, что такое эффективность вообще.

Согласно классическому определению, *эффективность* – это *соотношение результата и затрат*. В данном случае под результатом можно понимать вещественно-энергетическое творение природы под названием «живой организм». А затратами следует считать те материальные ресурсы (куда, кстати, входят «конструкционные материалы» и энергоносители), которые пошли на это творение, т.е. содержимое яйца. Поскольку отходов почти нет, можно считать, что результат практически равен затратам (во всяком случае, в весовом соотношении). Это значит, что эффективность природного реактора приближается к максимально возможному значению, т.е. 100%.

От чего же зависит уровень эффективности выполнения какой-либо работы? От совершенства информационной программы достижения цели и от точности ее исполнителей. В том случае, если программа реализуется в автоматическом режиме (к чему человек все больше привыкает), уровень эффективности целиком замыкается на информационном содержании программы.

Примечание

У качества информационных программ есть и другой показатель, антипод эффективности - степень отходности производства. Скажем, если КПД двигателя составляет 20%, мы знаем, что 20% потребляемой энергии используется на полезно выполняемую работу, значит, 80% мы вправе назвать «коэффициентом бесполезного действия». Это показатель несовершенства технологии, ее ошибочности.

Для любого решения существует возможность совершенствования в том случае, если имеется шанс повторить ход действия еще раз и исправить допущенные ошибки или неточности. Потом еще раз и еще раз... С каждым разом мы можем повышать «коэффициент полезного действия» и уменьшать «коэффициент бесполезного действия». При этом с каждой итерацией (повторением) будет сокращаться время, за которое система проделала определенную работу. Таким образом, время становится мерилom эффективности. Не случайно К. Маркс отмечал, что любая экономия в конечном счете сводится к экономии времени. Стопроцентная эффективность процесса развития цыпленка в яйце курицы говорит еще и о теоретически наиболее высоком темпе либо самом коротком времени (из возможных в материальном мире) осуществления данного процесса.

О ловушках «короткой» памяти

В работающем механическом двигателе повышение эффективности исключено, так как в нем исключены всякие изменения. В нем законсервированы как его КПД, так и его несовершенство. Сколько ни включай двигатель, он будет тысячи раз тиражировать свою несостоятельность без каких-либо шансов стать совершеннее. С годами установка может только терять свою эффективность, утрачивая изначальную мощность по мере естественного износа. Не этот ли двигатель напоминают те застойные сообщества, где консервируются устои и блокируются любые изменения?

Факты публикаций

Термиты - это родственники современных тараканов. Они сформировались как биологический вид 300-400 миллионов лет назад. В те далекие времена они,

по-видимому, жили жизнью обычных насекомых - так, как живут, например, те же тараканы. И, по-видимому, они хорошо приспособились к условиям, царившим тогда на планете. Можно сказать, даже чересчур хорошо. Именно это и заставило их, вероятно, скооперироваться, когда условия на Земле стали меняться. В результате возникли термитники, как единые организмы, в которых поддерживаются их древние привычные условия. Термитов потому и называют «ушедшими в землю», что внутри термитников, внутри тех туннелей, которые они прокладывают, сохраняется уровень влажности и температура того времени, когда они жили на поверхности Земли жизнью обычных насекомых. В термитниках все противоречия разрешены «раз и навсегда». Индивидуальное развитие насекомых практически уже прекратилось сотни миллионов лет тому назад. Кооперативный механизм их поведения обеспечил полную стабильность термитных популяций (Моисеев, 1990).

Повторение – мать учения. Однако лишь тогда, когда усвоенный материал информационно закрепляется, и появляется возможность исправить ошибки. Когда повторяющий способен критически осмыслить пройденное, зафиксировать все самое лучшее для дальнейшего воспроизведения и проанализировать допущенные ошибки, чтобы не повторять их раз за разом. Без этого повторение превращается в ловушку учения – без совершенствования любое повторение зацикливается в бесконечное движение по кругу.

Отсутствие памяти и есть та основная причина, которая делает невозможным процесс развития.

«Наступать дважды на одни и те же грабли»; «дважды изобретать велосипед»; «сизифов труд» – это аллегории неэффективной работы, работы вхолостую, когда повторяются без конца одни и те же ошибки. Это синонимы непродуктивного топтания на месте, в результате чего теряется самый драгоценный ресурс – время. Материальной моделью подобного процесса является «белка в колесе», когда колоссальная работа совершается впустую, и, несмотря на все усилия, белке не удастся сдвинуться с места ни на миллиметр.

Таким образом, обязательным условием продвижения вперед является обретение системой памяти.

Может возникнуть ошибочное впечатление, что застой термитов или циклическое повторение низкого КПД двигателя является следствием хорошей памяти системы. В действительности все наоборот. Причиной подобных явлений является блокирование памяти, ведь в подобных системах блокируется, в пер-

вую очередь, именно *способность накапливать информацию*. Системе «разрешено» иметь памяти ровно на один цикл. И именно этот цикл система способна воспроизводить снова и снова.

Примечание

Можно ли сказать, что граммофонная пластинка обладает памятью? Можно, ведь она способна накапливать, хранить и воспроизводить информацию. Однако лишь... на одну песню. В рамках этой песни (а точнее, в рамках собственной информационной емкости) она и способна один раз в жизни развиваться от сырой пластмассовой заготовки до объекта искусства, хранящего культурную память эпохи. На весь процесс развития уходит несколько минут - ровно столько, сколько наносится на пластинку информация. Ровно столько, на сколько хватило памяти у пластинки.

Прослушивание обычной граммофонной пластинки заставляет задуматься еще над одним фактом. Пока звучит запись, происходит развитие еще одной информационной системы, музыкального произведения: от первой ноты до финального аккорда. То, что в жизни рождалось в муках творчества, в бесконечных пробах и ошибках поэтов, композиторов, певцов, и заняло дни, месяцы, годы (а в случае, скажем, народной песни – десятки лет) – на пластинке воспроизводится (развивается) за считанные минуты и, главное, почти с идеальным качеством. Воспроизводство граммофонной записи является как бы повторением процесса развития, в котором устранены ошибки предыдущих циклов.

О памяти и развитии, или Без чего не бывает развития

Приведенный пример позволяет сделать как минимум два важных вывода.

Первое: период времени, в течение которого система способна развиваться, соответствует ее информационной емкости (памяти); система способна развиваться лишь столько, на сколько хватает памяти; для бесконечного развития система должна иметь бесконечные ресурсы памяти.

Система способна развиваться лишь столько, на сколько хватает ПАМЯТИ.

Второе: темпы развития системы зависят от способности системы накапливать, закреплять и воспроизводить информацию и скорости соответствующих процессов.

В свете этих положений становятся понятными закономерности вышеприведенного примера развития птиц или пресмыкающихся из яйца. Равные инкубационные периоды для одинаковых видов объясняются тем, что природа отмерила им одинаковые емкости памяти. Причина потрясающих темпов процесса в том, что «отшлифованный» за миллиарды лет эволюции, доведенный до совершенства процесс развития, благодаря записи генетической информации, «пробегают» проложенный путь по самым коротким «траекториям». Отсюда же и почти 100-процентная эффективность процесса.

Темпы развития системы зависят от быстродействия ее памяти.

Обретение природой генетического кода, позволившего решить проблему фиксации информации, резко ускорило темпы эволюции. Благодаря генетической записи биологические виды могут «пробежать» путь, на который природа потратила миллиарды лет поиска, основанного на закреплении случайных удач.

Биологическая справка

Согласно биологическому закону Э. Геккеля - Ф. Мюллера, организм (особь) в индивидуальном развитии (онтогенезе) повторяет (в сокращенном и закономерном измененном виде) историческое (эволюционное) развитие своего вида.

Биологический вид не является исключением: вся эволюционная история природы «записывается» ею в носителях памяти, фиксируя и ускоряя процессы развития при их повторении. Согласно сформулированному Н.Ф. Реймерсом системогенетическому закону, природные системы (в том числе геологические образования, особи, биотические сообщества, экосистемы и др.) в индивидуальном развитии повторяют в сокращенной форме эволюционный путь развития своей системной структуры. В частности, восстановление леса в тайге происходит с закономерной сменой пород: сначала вырастают кустарники, затем лиственные деревья, затем хвойные деревья-пионеры, замещаемые основными лесообразователями. Попытки ускорить восстановление темнохвойных лесов (кедрово-пихтовых) путем исключения или искусственного ускорения подготовительного периода (промежуточных стадий) чаще всего ведут к задержке в достижении поставленной цели (Реймерс, 1990).

Мы видим, что генетический вид памяти был не единственным в арсенале природы (и, как мы убедимся далее, даже не первым). Природа постоянно «находила» новые формы записи информации, ускоряя процессы своего развития в условиях Земли. С появлением человека и общества эволюционные темпы стали увеличиваться с нарастающим ускорением. Именно эта особенность неживой и живой природы в сочетании с другими ее свойствами – способностью сохранять состояние динамического равновесия и изменчивостью (т.е. способностью к случайным изменениям) – явились основой процессов самоорганизации природы и ее развития.

Эволюция систем памяти

На рис. 10.1 показаны основные этапы формирования систем памяти, т.е. накопления, хранения и воспроизводства информации в ходе эволюции природы в земных условиях.

Память в неживой природе. Как это, может быть, непривычно звучит: неживая природа обладает памятью, т.е. способна накапливать, закреплять и при определенных условиях воспроизводить информацию. В частности, предметы природы способны отражать («записывать») информацию о воздействии на них других предметов или явлений природы. Так, скалы «помнят» энергию ветра и волн, земля долго хранит информацию о реках, которые по ней протекали.

Но это то, что лежит на поверхности. Гораздо глубже, на микроуровне материи содержится память о «строительных блоках», из которых состоит вещество и энергия. Элементарные частицы каким-то, пока не разгаданным образом, «помнят» заряд, орбиты, магнитные характеристики, массу и т.п. Атомы безошибочно фиксируют и удерживают структуру своих ядер. Молекулы четко «запоминают» состав химических элементов и соединений. Память неживой природы – это те физические законы, которым неукоснительно следуют объекты микро-, макро- и мегасфер мироздания.

Генетическая память. По всей вероятности, процесс формирования самой генетической памяти носил весьма драматический характер. Некоторые исследователи (Моисеев, 1990)

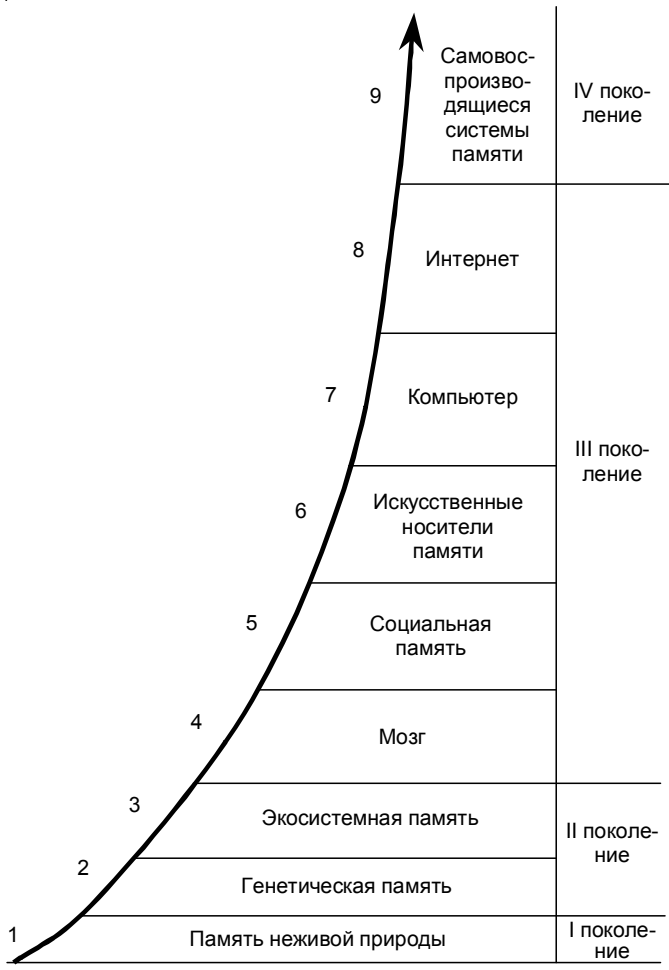


Рис. 10.1. Основные этапы формирования систем памяти

допускают, что, возможно, на первых этапах формирования эволюционного развития жизни существовало несколько конкурирующих структур памяти. Если это так, то генетическая система оказалась более устойчивой, более способной, чем другие, приспособиться к условиям земной жизни. Как бы там ни было, на Земле существует только одна система, «один алфавит», который на уровне биологического вида способен передавать все сведения, необходимые для воспроизводства и жизнеобеспечения последующих поколений.

Экосистемная память. Как известно, ни один биологический вид не способен существовать без взаимосвязи с другими видами. Любой биоценоз (образуется взаимосвязями биологических видов) или любая экосистема (куда наряду с биологическими видами включаются ландшафтные элементы) кроме своей вещественно-энергетической основы имеет информационную систему регуляции, которая *закрепляет* за определенными биологическими видами функции и коммуникационные связи. Экосистема, где памятью обладает каждый элемент (продуктовые цепи, соседи по экологической нише, особенности ландшафта, климатические компоненты и даже расцветка местности), диктует свои устоявшиеся правила обитателям системы. Экосистемная память сыграла первостепенную роль в увеличении многообразия живой природы на Земле.

Мозг. Как было показано выше, любая материальная система способна развиваться столь долго, на сколько хватает запаса ее носителей информации, т.е. памяти. У большинства биологических видов она ограничена информационной емкостью генетического кода. Их развитие замыкается рамками генетической программы, обрываясь на последней «букве» генетического алфавита. Трансформация биологических видов происходит, главным образом, за счет информационного потенциала экосистем, в которых обитают организмы данного вида. Не случайно изменения в рамках одного биологического вида обычно носят характер адаптаций к условиям местных экосистем. Принципиальные же качественные изменения в ходе эволюции достигались природой путем создания новых биологических видов (а не развития существующих) за счет опять же *информационных механизмов экосистем*, через естественный отбор на уровне особей.

Ситуация резко изменилась с появлением у высших животных *мозга*. Память биологических существ, имевшая до этого лишь генетическую основу, получала продолжение, создавая возможности индивидуального развития организма. Причем эта трансформация памяти привела не просто к количественному наращиванию емкости (в этом случае могла бы лишь увеличиться физическая продолжительность жизни без ее качественного изменения). Произошли качественные изменения в самом характере информационной системы. То, что исподволь подготавливалось и «обкатывалось» природой на животных, получило логическое завершение в создании памяти человека. Это сыграло роль революционного скачка в формировании информационных систем всей природы.

Интересный факт

Хотя генетическая информация у человека и обезьяны кажется почти совпадающей, эти виды живых существ совершенно не сопоставимы. Главное, что их разделяет, - это структура мозга. Особенно поражает степень резервирования в его структуре: у человека постоянно задействовано лишь несколько десятых долей процента клеток мозга, то есть степень резервирования равна многим сотням. У человекообразных обезьян она равна 5-7 процентам. Это значит, что у них постоянно задействовано от 14 до 20 процентов мозговых клеток. В этом отношении обезьяны мало чем отличаются от других «достаточно умных» животных - дельфинов, собак. Таким образом, здесь возникает «парадокс резервирования», свойственный только человеку.

Нервная система, включая мозг, представляет собой некую управляющую систему, и, следовательно, для оценки ее эффективности и помехоустойчивости могут быть использованы те же подходы и те же стандарты, которые используются для оценки любых управляющих систем. Для таких систем, действующих в условиях стохастических внешних воздействий, степень резервирования является одной из важнейших характеристик надежности и потенциальных возможностей. До сих пор остается загадкой, почему «эволюции потребовалась» такая сверхнадежность нервной системы, которая отсутствует у всех других живых существ (Моисеев, 1990).

Вместе с жесткой записью информационных программ жизни человек получил свободную информационную емкость, которую он мог использовать (записывая и стирая информацию по собственному желанию) для индивидуального развития.

Цифры и факты

- Человеческий мозг содержит 10^{10} нейронов, у каждого нейрона имеется 10^4 синапсов. Синапс - это функциональное соединение нейронов, через которые происходит обмен информацией между ними. Предельная емкость такой сети составляет не более 10^{14} бит ($\sim 10^4$ Гбайт). По некоторым оценкам, функциональная емкость человеческой памяти составляет, по крайней мере, 10^{20} бит. Поэтому существуют точки зрения, что нейронный механизм сам по себе просто не в состоянии реализовать уникальные познавательные способности человека. Высказываются различные мнения об устройстве человеческой памяти. Из них три являются наиболее распространенными:
 - 1) информация кодируется последовательностью аминокислот в белках, встроенных в мембрану нейронов. При этом совершенно непонятно, как именно записанная таким образом информация может обрабатываться;
 - 2) информация отображается в виде оптической голограммы. Хотя при логграфическом способе отображения информации возникают вопросы относительно достаточности емкости памяти, принципиальная возможность данного принципа обусловлена возможностью параллельной обработки и реализации алгоритмов в зависимости от содержания, что характерно для человеческого мышления;
 - 3) объяснение работы человеческого мозга лежит за рамками существующей физической картины мира. И для обнаружения этого, еще неизвестного механизма сверхскоростной обработки информации необходимо более глубокое проникновение в сущность физических явлений за границей того описания реальности, которое предлагает нам современная физика. *Основная обработка информации происходит вне мозга. Функциональная роль материальных формаций мозга состоит в организации доступа к этим процессорным средствам.* Такая аналогия: хотя носители заряда движутся внутри проводника, самые главные явления, связанные с током, - электрические и магнитные поля - разворачиваются в пространстве вокруг проводника (Дубнищева и др., 1998).
- «Емкость долговременной памяти человека потенциально не ограничена и достигает, по некоторым оценкам, $2,8 \cdot 10^{20}$ бит. Так как объем мозга равен 10^3 см³, его можно рассматривать как запоминающее устройство с плотностью информации $3 \cdot 10^{17}$ бит/см³. Однажды полученная информация фиксируется мозгом человека навсегда: образы со временем не тускнеют и могут быть воспроизведены через много лет» (Волков и др., 1999).

Опирируя привычными сегодняшнему читателю терминами, можно очень приближенно сравнить запись генетической информации с жесткой фиксацией на граммофонном диске, а память мозга - с информационной емкостью чистых кассет или дискет, позволяющих не только записывать новую информацию, но, что очень важно, «вытирать» (забывать), исправлять

(переосмысливать) и обновлять запись (переучиваться). Чтобы еще более приблизить аналог к оригиналу, внесем в предполагаемый пример одно существенное уточнение. Дело в том, что каждый биологический индивид получает обе информационные емкости (жесткую программу и свободную «дискету») одновременно. Более того, использовать свободную емкость можно только параллельно с жесткой памятью. Причем до тех пор, пока звучит ее запись. Таким образом, это больше напоминает пение под фонограмму. Импровизировать (развивать «песню») можно, но только на фоне жестких ритмов биологических функций и строго в рамках основной «темы жизни», звучащей в записи на жестком диске генетической «пластинки».

Примечание

И.Г. Гердер назвал человека «первым вольноотпущенником природы». И это действительно так. Человеку первому (во всяком случае из обитателей планеты) посчастливилось получить индивидуальный информационный пульт управления своим развитием - интеллект.

И все же, справедливости ради следует отметить, что эта свобода оказалась весьма относительной. Она ограничена крепким «поводком» – пределами материальной природы человека, то есть жесткой информационной программой генетического кода. Раздвинуть эти ограничения человек может, только «напрягая» до предела свои физические возможности, либо за счет использования различных орудий труда, расширяя таким образом пределы «дотягиваемости». Самые совершенные орудия – автоматы – уже работают в экстремальных физических условиях (запредельных температуре, давлении, радиации), исследуют космическое пространство.

Социальная память

Социальная память. По мнению академика Н.Н. Моисеева, именно социальная форма памяти стала играть ведущую роль в эволюции природы с момента возникновения первых человеческих сообществ.

Аргументы ученого

«Происшедшее на заключительной стадии антропогенеза замедление скорости эволюционного развития человека означает только одно: в силу каких-то причин активность внутривидового отбора - основного двигателя процесса биологической эволюции - начала постепенно затухать. И морфологическое совершенствование человека практически прекратилось в последнюю межледниковую эпоху.

Итак, окончание периода антропогенеза связано с новым качественным изменением всего процесса развития - морфологическое совершенствование Человека закончилось: эволюция, в том числе и развитие мозга, прекратилась. Механизм генетического развития Человека на основе внутривидового отбора практически перестал функционировать. Для отказа от использования этого механизма, которому Человек был обязан своим утверждением на вершине биологической пирамиды и всей своей жизнью, должны были быть веские причины.

Я думаю, что причина столь резкого изменения характера развития Человека как биологического вида и в самом деле носила чисто кибернетический или, лучше сказать, информационный характер: на определенном этапе эволюционной истории сообществ неантропов для их дальнейшего совершенствования потребовалась (и возникла) новая форма памяти» (Моисеев, 1990).

Появление на эволюционной сцене «человека думающего» с принципиально новым информационным потенциалом мозга произвел революцию и в формировании коллективной памяти, которая начала складываться с появлением на Земле животных, наделенных зачатками интеллекта.

Уже у кооперативных структур животных, особенно ведущих стадный образ жизни, появляется наследственная негенетическая форма памяти, способствующая развитию этих структур. Механизм передачи поведенческой информации основан на обучении: старшие учат младших по принципу «делай, как я!». Конечно, каждая особь, обладая мозгом, определенные знания может извлекать и из собственного опыта. Однако полная опасностей жизнь, увы, скоротечна и заставляет учиться не только на своих, но и на чужих ошибках. Возникает потребность в системе коллективного обучения и воспитания. Механизм коллективной памяти выработал своеобразный и очень эффективный язык, в котором используются не только примеры, но также же поощрения и наказания.

Коллективная память человеческих стад на первых порах формировалась по тем же принципам, важнейшим из которых был «делай, как я!». Выделение из мира животных «человека думающего» принципиально трансформировало и его коллективную

память. С развитием интеллекта все более усложняются процессы добывания пищи, основой которых становятся знание и труд. Накопление и сохранение трудовых навыков стали жизненной основой популяции. Для их передачи от поколения поколению генетическая память была не пригодна. Стандартной памяти было недостаточно. При ее помощи в памяти популяции могли закрепиться лишь самые простые навыки. Сложные же знания, например, о свойствах исходных материалов для приготовления орудий труда, местах их добычи и способах обработки, технике использования орудий и организации охоты – требуют многолетней учебы. Кроме чисто профессиональных навыков жизнь в обществе диктовала выполнение определенных социальных правил.

Аргументы ученого

«...Многие... принципы поведения в обществе, как и вообще принципы человеческой морали, связаны прежде всего с трудовой деятельностью, с необходимостью закреплять трудовые навыки, с созданием специальной формы памяти, способной обеспечить любой тип наследственности, который позволил бы не только хранить и накапливать эти навыки и приобретенные знания, но и развивать их.

Эта необходимость привела со временем к возникновению еще одного нового феномена, еще одной системы (института) памяти, которую я буду называть системой «Учитель». Я думаю, что первым шагом к ее созданию было утверждение запрета «не убий!». Такая гипотеза имеет под собой определенные основания. В самом деле, указанный запрет способствует выживанию тех умельцев, которые были способны не только хранить нужные знания и навыки, но и рождать новое мастерство, приобретать новые знания и, что самое главное, передавать их другим поколениям. Принцип «не убий!» разрешал противоречия между сильным и умным в пользу последнего» (Моисеев, 1990).

Формированию общественной памяти способствовали развитие устной речи и других форм языка (жестов, символов, знаков и т.д.), а также средств коммуникационных связей между членами сообществ.

Социальной памятью можно считать систему информационных механизмов наследования и закрепления социальных изменений, обеспечивающих воспроизводство организационных основ, общественных отношений, процессов регламентации и обучения в общественных структурах.

Искусственные виды памяти

Материальные носители памяти. Изобретение материальных носителей памяти (в первую очередь письменности, а потом книгопечатания) сыграло колоссальную роль в процессе развития цивилизации. До этого системе общественной памяти удавалось решать задачу информационной интеграции общества в пространстве. Информация, хотя и передавалась от поколения к поколению, но, главным образом среди современников, т.е. людей ближайших поколений. Отсутствие надежной фиксации информации приводило к тому, что постепенно часть знаний и навыков могла искажаться, рассеиваться, теряться. Многие очень важные открытия и изобретения приходилось осуществлять заново. На это уходило время и энергия общества.

Появление материальных носителей информации заложило основу для общественной информационной интеграции человечества во времени. В принципе, функцию материальной фиксации информации выполняли любые объекты человеческой культуры (орудия труда, одежда, постройки, произведения искусств). Ведь уже само их долговременное использование давало представление об их функциях, устройстве, методах применения. И все же знаковым событием стало изобретение письменности. С появлением книгопечатания появились объективные предпосылки, с одной стороны, для массового распространения знаний, с другой – для подключения каждого члена общества к коллективным банкам информации. Это не замедлило сказаться на темпах общественного прогресса, подготовило почву для индустриальной революции. Появление новых форм фиксации информации и коммуникационного обмена (фотография, кино, радио, телевидение) явилось мощным толчком социального развития, во многом способствуя его ускорению.

Социальная память (включающая, естественно, и автономные памяти всех членов общества), вооруженная современными материальными носителями информации – это уже мощная информационная система, обладающая колоссальным потенциалом и оказывающая огромное воздействие на социально-экономическое развитие.

Если социальная память, как и память генетическая, является цельной информационной системой, в ней, видимо, должны

существовать также определенные носители и единицы памяти, по аналогии с геном. Современный английский биолог Р. Доукинс ввел понятие «мем». Мем является продуктом интегральной информационной системы социальной памяти, включающей подсистемы мозга каждого члена общества и подсистемы материальных носителей информации. *Мем* представляет собой устойчивый элемент человеческой культуры, транслируемый по каналу лингвистической информации. Если гены локализованы в хромосомах, то мем – в человеческой памяти (отсюда и транскрибирование «мем», от англ. *memory*) и передается от поколения к поколению с помощью слов. *Мем* – это репликатор, единица трансляции культурного наследия, он передается от одного мозга к другому посредством процесса имитации.

Подробности

В качестве мема могут выступать: мелодии, идеи, модные словечки и выражения, теории Ч. Дарвина, А. Эйнштейна и других ученых, религии со всеми их обрядами и молитвами, философские учения, убеждения, предрассудки, жесты, позы и пр. Родственные мемы, как кирпичики культуры, группируются в более крупные категории – темы, которые каждым из видов культур формируются в сцены, объединяющиеся, в свою очередь, в высшую категорию – драмы, грезы или ритуалы, детерминирующие мировоззрение видов культур. У каждой культуры имеется своя греза – модель природной и социальной реальности, природа которой гипотетична и образует определенную систему убеждений и предубеждений. Фактически *грезы*, *темы* и *мемы* – это своего рода иллюзии, определяющие поведение человека и функционирование социальных систем, имеющих не только культурные, но и биологические основания (Волков и др., 1999).

Компьютер. Компьютер, понимаемый в широком смысле (т.е. включая все обеспечивающие его информационные системы), совершил революцию прежде всего в увеличении индивидуального информационного потенциала человека. Имея ввиду классическую триаду памяти (*накапливать, закреплять и воспроизводить* информацию), можно сказать, что компьютер на несколько порядков увеличил ее параметры. *Емкость* компьютерных информационных систем, т.е. их способность накапливать информацию, практически безгранична (во всяком случае, по отношению к реальным потребностям человека), не ограничены (в реальном масштабе времени) и характеристики закрепления информации, т.е. время ее хранения, и наконец, беспре-

цедентны показатели, характеризующие темпы воспроизведения информации. Именно этот показатель является результирующим в триаде памяти (какой смысл накапливать и хранить (закреплять) информацию, если нет возможности ее воспроизводить или на это уходит много времени).

Примечание

В современном обществе, накопившем огромные объемы информации, именно проблема воспроизводства информации стала наиболее «узким местом». Достаточно вспомнить, сколько времени уходит на поиск архивной справки или нужной книги (не говоря уже о нужной фразе или термине в ней), сколько сил тратится на оформление в «ручном режиме» билета на любой вид транспорта, как долго обрабатываются результаты опытов и анализов, и наконец, на сколько затягивается расчет и обоснование различных вариантов проектных решений.

Задачи, на которые уходили дни, месяцы и годы, компьютер смог решать за считанные минуты. Более того, он смог моделировать (а это значит – воспроизводить по заданной программе хранящуюся информацию) такие процессы, которые в принципе не способен контролировать человек с его собственным потенциалом мозга. Эти процессы протекают либо в бесконечно больших, либо в бесконечно малых масштабах времени. Мозг человека оказался значительно более уязвимым по сравнению с искусственными информационными системами, созданными на основе компьютера. Человек на порядки труднее накапливает (запоминает) информацию, хуже ее фиксирует (при легком расстройстве или перегрузках может вообще все забыть или перепутать) и, наконец, на несколько порядков проигрывает в быстродействии воспроизведения накопленной информации, которое в человеке ограничено скоростью нормальных физиологических реакций.

Именно это обстоятельство привело к очередной революции в развитии информационных систем природы. Человек вынужден был доверить компьютерам *принятие конечных решений* по обеспечению своей безопасности.

Примечание

Человек может еще самоуверенно тешиться, что в его руках остается пульт управления искусственными информационными системами. Вспомним принципы

«не нанесения вреда человеку», которыми, по замыслу А. Азимова, человечество намерено наделять самоуправляемых роботов в будущем.

Уже сегодня практически все важнейшие узлы жизнеобеспечения человечества оказываются контролируруемыми искусственными информационными системами. Отключение их может привести к настоящему аду на Земле. В этом убедили вполне реальная ситуация Чернобыльской катастрофы и гипотетическая ситуация компьютерной проблемы при переходе к 2000 году.

Чтобы устроить на Земле апокалипсис, роботам не обязательно причинять прямой вред человечеству - достаточно «забыть» изменить несколько цифр в нужное время в нужном месте или произвести действие на одну миллионную секунды позже, чем это должно произойти...

XX век подвел своеобразный итог эволюционному развитию природы. Участие на первых ролях человека в этом процессе занимает по историческим масштабам считанные мгновения, однако роль его в ускорении развития природы колоссальна.

Факты публикаций

Швейцарский инженер и философ Г. Эйхельберг весьма образно описывает темпы прогресса человечества:

«Предполагается, что возраст человечества 600 тыс. лет. Представим себе движение человечества как марафонский бег на 60 км.

Большая часть 60-километрового расстояния проходит по очень трудному пути - через девственные леса. Мы мало знаем эту часть, так как лишь в конце, на 58-59-м километре бега, встречаем вместе с первобытными орудиями рисунки пещерных людей как первые признаки культуры и лишь на последнем километре пути появляется все больше признаков земледелия.

За двести метров до финиша покрытая каменными плитами дорога ведет мимо римских укреплений.

За сто метров до финиша бегун пробегает через средневековые города.

До финиша остается еще 50 метров; там стоит человек, умными и понимающими глазами следящий за бегом, - это Леонардо да Винчи.

Остается только 10 метров! Они начинаются при свете факелов и при скудном освещении масляных светильников.

Но при стремительном рывке на последних пяти метрах происходит ошеломляющее чудо: свет заливает ночную дорогу, машины шумят на земле и в воздухе, и пораженный бегун ослеплен прожекторами фото- и телекорреспондентов» (Мангутов, 1973).

А ведь на момент написания этих строк ученый еще не был свидетелем последних нескольких сантиметров пути, когда появились ксерокс, факс и Интернет... Когда компьютер вошел

неотъемлемым элементом в производство, быт и сервис... Когда, не выходя из собственной квартиры, человек смог увидеть по телевизору встречу нового тысячелетия на всех континентах Земли.

Цифры и факты

Созданные человечеством технические системы позволили в 100 раз ускорить передвижение, в 1000 раз увеличить энерговооруженность человека, в 1 000 000 раз повысить скорость записи информации, в 10 000 000 раз - скорость связи (Петраков-Соколов, 1984).

Это беспрецедентное увеличение темпов эволюции природы в условиях Земли, при котором постоянно нарастали не только скорость, но и ускорение развития, стали возможны благодаря уникальной способности человека постоянно совершенствовать информационные системы накопления, закрепления и воспроизведения информации.

Интернет. Начало нового тысячелетия фактически является началом нового этапа развития информационных систем и эволюции природы. К этому этапу человечество успело подготовиться в последнее десятилетие уходящего века. Интернет означает, что все существующие на Земле информационные системы (индивидуальные и ассоциативные) оказываются объединенными в единую информационную сеть. Единый всепланетный разум, о котором говорили в своих футуристических прогнозах ученые (напр., думающий океан – Солярис С. Лема), стал реальностью.

Искусственные саморазвивающиеся информационные системы. Эти системы являются неизбежным порождением компьютерной цивилизации, которую человек создал в последней четверти XX века. Фактически это будет четвертая эра эволюции природы в последовательности: неживая природа – живая природа – человеческое общество – искусственные информационные системы... Однако до этой эры человечеству еще нужно дожить.

В предыдущих главах мы ознакомились с механизмами, обеспечивающими процессы развития открытых стационарных систем. В следующей части книги мы рассмотрим глубинную сущность процессов, лежащих в основе феномена развития.

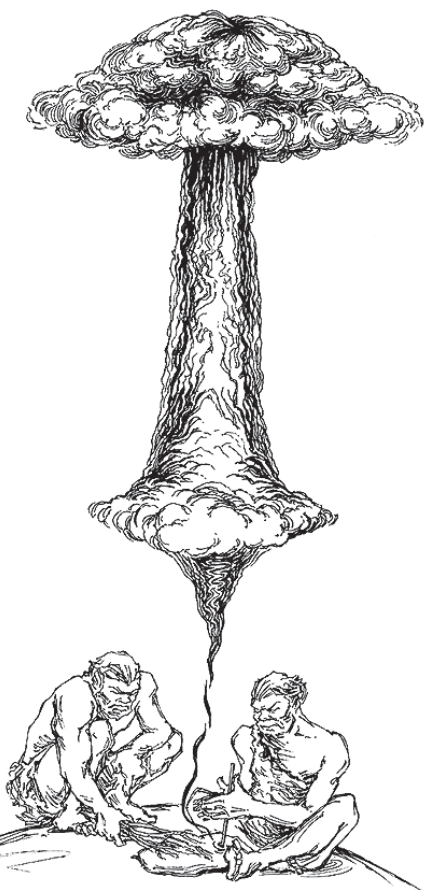
Заметки на каждый день

- Память - это не только (и даже не столько) способность запоминать цифры, даты и факты, сколько умение воспринимать информацию о новом. Именно воспринимать, а не запоминать. А это означает, кроме всего прочего, и умение адаптироваться к происходящим изменениям, способность резонансно настраиваться на волну нового времени - то есть изменяться вместе со временем.
- Если сравнить с чтением книги умение человека подстраиваться под веление времени, можно сказать, что это - способность по-разному прочитать одну и ту же книгу в разное время. В книге информативны не только строчки. Несет свою информацию и пространство книги, которое все время изменяется, хотя строчки буковок остаются незыблемыми.
- Человек способен изменяться до тех пор, пока у него работает память, пока усваивается новое. Память же работает до тех пор, пока человек не боится нового... Круг замыкается. Его можно разорвать, если преодолеть страх перед новым. Преодолеть его можно, если научиться любить будущее. Научиться любить будущее можно, научившись любить людей, которые там будут жить...
- Человек способен развиваться лишь до тех пор, пока он учится. Когда человек прекращает учиться, он начинает учить, в первую очередь тому, как нужно жить и тому, «как раньше все было хорошо».
- Великая цитата: «Почему для некоторых «раньше все было хорошо» - да потому, что тогда женщины были молодыми».
- Жить - это значит развиваться. Развиваться - это значит изменяться. Для тех кто не способен изменяться, жизнь прекращается, и начинается борьба за существование. Тот, кто не способен изменяться, начинает не жить, а существовать.

Часть III

**ЭНЕРГО-
ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ОСНОВЫ
РАЗВИТИЯ**





Глава 11

Энергетический базис развития



Энергия, движение, работа

Энергия является движущей силой любых изменений, а следовательно, и движущей силой процессов развития.

В главе 4 мы уже дали определение *энергии* (от греч. *energeia* – деятельность) как общей количественной меры различных форм движения и взаимодействия всех видов материи. В некоторых энциклопедиях приводятся дополнительные признаки энергии, предполагающие также меру, «связывающую воедино все явления природы» (Физический, 1995; Новый, 1998). Эти дополнения, по всей видимости, следует признать существенными, хотя они раскрывают частные аспекты (следствия) той сущности явления, которая содержится в базовом определении.

В соответствии с различными формами движения материи рассматриваются различные формы энергии: механическая, внутренняя, электромагнитная, химическая, ядерная и др.

Примечание

Указанное деление до известной степени условно. Так, *химическая* энергия складывается из кинетической энергии движения электронов, а также электрической энергии взаимодействия электронов друг с другом и с атомными ядрами. Внутренняя энергия равна сумме движения молекул относительно центра масс тел и потенциальной энергии взаимодействия молекул друг с другом.

Теория относительности показала, что энергия тела неразрывно связана с его массой m соотношением $E = mc^2$ (где c – скорость света). Любое тело обладает энергией, количество которой можно определить по приведенной формуле. Эта энергия может переходить в другие виды энергии при превращениях энергии (распадах, ядерных реакциях и т.п.) (Физический, 1995).

В любой замкнутой системе справедлив закон сохранения энергии, согласно которому энергия не исчезает и не возникает «из ничего», она лишь переходит из одного вида в другой. Если система не замкнута, то ее энергия может изменяться за счет получения энергии извне или передачи системой энергии окружающей среде в виде работы или теплоты (Новый, 1998).

Намного сложнее сформулировать понятие движения, на которое опирается определение энергии. Согласно бытующим определениям, движение является универсальным способом существования материи, ее всеобщим атрибутом (Философский, 1983).

В самом общем виде, *движение* – это изменение вообще, всякое взаимодействие материальных объектов (Философский, 1983).

Таким образом, в *энергия* может быть определена как *общая количественная мера различных форм изменения материи, или взаимодействия материальных объектов*.

Отступление

Для философов одними из самых привычных выражений, пожалуй, являются фразы: «движение - универсальное свойство материи» и «без движения материя существовать не может». Произнося их, мы воспринимаем эти постулаты как аксиомы, редко задумываясь над причинами такой неразрывной связи движения и материи.

Теория саморганизации систем вносит ясность в содержание привычных истин, позволяя по-новому взглянуть на взаимозависимость и взаимообусловленность двух ключевых философских категорий.

Материя начинается с возникновения первых открытых стационарных систем. Впрочем, можно сказать и иначе: история первых открытых стационарных систем начинает отсчет с возникновения материи. Именно основы функционирования подобных систем наглядно иллюстрируют неразрывную связь материи и движения. Дело в том, что открытые стационарные системы могут существовать лишь поддерживая уровень гомеостаза (определенную разницу потенциалов) и осуществляя метаболизм (обменные процессы системы со средой и внутри самой системы). Обе эти функции неразрывны с движением, ибо связаны с процессами перемещения веществ, энергии и информации.

Существование материи означает не просто движение - это движение к саморазвитию материальных систем. Сказанное позволяет говорить о специальном предназначении движения в процессе эволюции природы.

Ответ на вопрос, в чем предназначение движения, можно найти в самом его определении. «*Движение* – это изменение».

Следовательно, для воспроизводства *изменений состояния системы* необходимо движение.

Причиной, вызывающей движение какого-либо тела, является *энергетическое воздействие*.

Движение характеризуют две основные величины: исходная и результирующая. Исходной величиной является сила; результирующей величиной является работа.

Работа – величина, характеризующая количественные и качественные изменения, которые произошли в системе под действием силы (энергетического воздействия). Качественные преобразования в системе связаны с преобразованием энергии из одной формы в другую.

Сила – это величина, характеризующая способность энергетического воздействия произвести определенный объем работы. Сила определяется интенсивностью и направлением воздействия. Из видов воздействия можно выделить: тепловое, механическое, лучевое, световое, электрическое, акустическое и др.

Мощность – это величина, характеризующая объем работы, производимый в единицу времени.

Любые изменения в системе могут объясняться двумя основными причинами. Одна из них связана с естественными процессами *диссипации* (необратимого рассеивания) *энергии*. В результате этих процессов энергия бесполезно теряется, и возрастает энтропия системы. Иными словами, снижается упорядоченность системы, в ней происходят процессы разрушения.

Другая причина изменений связана с *полезным расходом энергии*. Подобные процессы, наоборот, ведут к уменьшению энтропии системы. Такой процесс, в котором увеличивается упорядоченность системы, и можно считать осуществлением *работы*.

Примечание

Здесь следует сделать оговорку. Не всегда конечным итогом осуществления работы однозначно является повышение упорядоченности системы. Энергетический импульс, в частности, может стать «конечной каплей», вызвавшей лавинообразный процесс разрушения системы. Такие явления можно наблюдать в естественной природе, технике, общественных системах.

Но вот о чем можно говорить с уверенностью: любое повышение упорядоченности системы сопряжено с выполнением *работы*.

Следовательно, *работа* связана с *изменениями*, которые увеличивают упорядоченность системы. Для того чтобы представить конкретно эти изменения, нужно вспомнить, с чем связан вообще процесс упорядоченности системы, или перевод ее из состояния хаоса в состояние порядка.

Как было показано ранее, порядок системы обусловлен двумя основными факторами: 1) наличием энергетического потенциала; 2) информационной упорядоченностью системы.

Таким образом, выполнение работы, связанное с повышением упорядоченности системы, обусловлено осуществлением двух видов деятельности:

- увеличением энергетического потенциала системы;
- совершенствованием ее информационной организованности.

Увеличение энергетического потенциала предполагает усиление поляризации системы, т.е. увеличение разницы энергетических потенциалов: либо между системой и средой, либо между отдельными частями внутри самой системы. Прямо или косвенно это связано с различными видами перемещений: элементарных частиц (физические виды движения, например: тепловое, электрическое, электромагнитное, пр.), молекул и атомов (химическое движение), твердых, жидких и газообразных тел (механическое движение), товарно-денежных потоков (экономическое движение).

Совершенствование информационной упорядоченности системы затрагивает изменение пространственной структуры системы и информационной программы функционирования во времени отдельных частей системы. Иными словами, это связано с изменением системы в пространстве и во времени.

Вопросы информационной перестройки системы будут подробно рассмотрены в следующих главах. Здесь лишь отметим, что подобная перестройка сопряжена со сменой уровня гомеостаза системы, изменением степени разнообразия и сложности системы. Так или иначе, информационное совершенствование также связано с различными видами движения, а это требует совершения работы.

Оказывается, энергия может быть разной по качеству

Качественная характеристика получаемых системой энергетических потоков связана с той долей энергетического импульса, который может быть использован на осуществление полезной работы. Это, в свою очередь, зависит от двух факторов: во-первых, от особенностей того или иного вида энергии; во-вторых, от способности системы «распорядиться» поступающей в нее энергией.

Подробности

Г.Н. Алексеев классифицирует виды энергии, взяв за основу классификации комплекс критериев, включающий виды материи, формы ее движения и виды взаимодействия:

1. Аннигиляционная энергия - полная энергия системы «вещество - антивещество», освобождающаяся в процессе их соединения и аннигиляции (взаимного уничтожения, т.е. слияния и «исчезновения») в различных видах.
2. Ядерная энергия - энергия связи нейтронов и протонов в ядре, освобождающаяся в различных видах при делении тяжелых и синтезе легких ядер; в последнем случае ее называют термоядерной.
3. Химическая (логичнее - атомная) энергия - энергия системы из двух или более реагирующих между собой веществ. Эта энергия освобождается в результате перестройки электронных оболочек атомов и молекул при химических реакциях.
4. Гравитатическая энергия - потенциальная энергия ультраслабого взаимодействия всех тел, пропорциональная их массам. Практическое значение имеет энергия тела, которую оно накапливает, преодолевая силу земного притяжения.
5. Электростатическая энергия - потенциальная энергия взаимодействия электрических зарядов, т.е. запас энергии электрически заряженного тела, накапливаемый в процессе преодоления им сил электрического поля.
6. Магнитостатическая энергия - потенциальная энергия взаимодействия «магнитных зарядов», или запас энергии, накапливаемый телом, способным преодолевать силы магнитного поля в процессе перемещения против направления действия этих сил. Источником магнитного поля может быть постоянный магнит, электрический ток.
7. Нейтриностатическая энергия - потенциальная энергия слабого взаимодействия «нейтринных зарядов», или запас энергии, накапливаемый в процессе преодоления сил β -поля - «нейтринного поля». Вследствие огромной проникающей способности нейтрино накопление энергии таким способом практически невозможно.
8. Упругостная энергия - потенциальная энергия механически упруго измененного тела (сжатая пружина, газ), освобождающаяся при снятии нагрузки чаще всего в виде механической энергии.

9. Тепловая энергия - часть энергии теплового движения частиц тел, которая освобождается при наличии разности температур между данным телом и телами окружающей среды.
10. Механическая энергия - кинетическая энергия свободно движущихся тел и отдельных частиц.
11. Электрическая (электродинамическая) энергия - энергия электрического тока во всех его формах.
12. Электромагнитная (фотонная) энергия - энергия движения фотонов электромагнитного поля.
13. Мезонная (мезонодинамическая) энергия - энергия движения мезонов (пионов) - квантов ядерного поля, путем обмена которыми взаимодействуют нуклоны (теория Юкавы, 1935 г.).
14. Гравитационная (гравитонная) энергия - энергия движения гипотетических квантов гравитационного поля - гравитонов.
15. Нейтринодинамическая энергия - энергия движения всепроникающих частиц β -поля - нейтрино (Алексеев, 1983).

Необходимо отметить важный момент: рассмотренные формы энергии отличаются своей эффективностью при осуществлении единицы работы. Это дает основание говорить о *различном качестве различных форм энергии*. Наименее качественной в этом отношении считается тепловая энергия – выполнение единицы работы ею сопряжено с наибольшими необратимыми потерями энергии, так называемой диссипации энергии. Интегральная величина, характеризующая способность системы к выполнению работы, получила название *свободной энергии*.

Почему связанная энергия названа *свободной*

Понятие свободной энергии проходит красной нитью через всю теорию развития.

Свободная энергия – это энергетический потенциал системы, который характеризует ее способность выполнять работу. В общем виде свободная энергия может быть представлена разницей *внутренней* и *необратимо теряемой* энергий системы. Совершаемая системой в каком-либо процессе работа опережается убылью свободной энергии.

Подробности

Понятие свободной энергии было впервые введено в термодинамику немецким физиком Г. Гельмгольцем (H. Helmholtz, 1882) (используется также термин «энергия Гельмгольца»). Определяется через внутреннюю энергию U , энтропию S и абсолютную температуру T равенством: $F = U - T \times S$ (в данном выражении F и есть свободная энергия).

Внутренняя энергия включает энергию хаотического (теплого) движения всех микрочастиц системы (молекул, атомов, ионов и т.д.) и энергию взаимодействия этих частиц. Кинетическая энергия движения системы как целого и ее потенциальная энергия во внешних силовых полях во внутреннюю энергию не входят.

Величину $T \times S$ в физике иногда называют *связанной энергией*. Составляющая данного выражения S является мерой необратимого рассеивания энергии.

Таким образом, в понятие *свободной энергии* включается лишь то количество внутренней энергии, которое система может мобилизовать (*высвободить*) для выполнения *работы*. Возможно, именно поэтому этот вид энергии и назван *свободной энергией*. Не



может быть мобилизована диссипативная энергия, которая необратимо рассеивается системой во внешней среде.

Свободная энергия в системе обычно аккумулируется в энергосодержащих веществах.

Подробности

В биологических организмах аккумуляция энергии происходит за счет потенциальной энергии химических связей сложных органических молекул. В результате химических превращений энергия может переходить в другие виды энергии, используемой на синтез новых соединений, для поддержания структуры и функций клеток, температуры тела, для совершения работы.

Исходными процессами накопления свободной энергии в длинных цепочках экосистемных превращений энергии являются процессы *фотосинтеза* (использование солнечной энергии растениями) и *хемосинтеза* (использование химической энергии бактериями).

Выделение накопленной энергии происходит в результате расщепления крупных органических молекул до простых соединений.

Практически вся эволюция природы – это процесс накопления *свободной энергии* на планете. Уже в самом образовании вещества заложен процесс «упаковки» колоссальной энергии в атоме. Образование химических соединений сопряжено с новым этапом компрессации энергии в молекулах. Именно эта химическая энергия наряду с солнечной послужила энергетическим источником (хемосинтез и фотосинтез), приведшим в действие «инкубатор жизни» на нашей планете. Развитие жизни знаменовалось мощным качественным скачком процессов накопления *свободной энергии* на Земле. Посредством живых организмов природа совершенствует технологический процесс аккумуляции *свободной энергии*. Конвейер начинают автотрофы. Одни из них улавливают энергию солнца (фототрофы), другие утилизируют энергию распада химических соединений (хемотрофы). Эстафета переработки и «упаковки» свободной энергии подхватывается гетеротрофами. В результате *свободная энергия* оказывается «упакованной» в доступных для быстрого усвоения энергоемких высокомолекулярных органических соединениях. Таким образом, эволюция природы увеличивала не только общее количество накопленной свободной энергии, совершенствовались в качественном отношении и формы аккумуляции энергии.

Вся эволюция природы – это процесс накопления *свободной энергии*.

Появление на Земле человека ознаменовало новый этап развития технологий накопления *свободной энергии* природными системами планеты. Одним из первых, кому удалось разглядеть этот феномен, был украинский ученый Сергей Андреевич Подолинский.

Подробности

В трудах С. Подолинского не встретишь термина «свободная энергия». Он был введен в обиход физиком Гельмгольцем лишь в 1882 году, т.е. в том году, когда Сергей Андреевич уже тяжело заболел. Однако содержание этого понятия проступает через всю канву научного наследия ученого. Еще в 1880 году Подолинский говорил о двух энергетических компонентах: «накапливаемой» и «рассеиваемой», - которые, в конечном счете, и составляют содержание свободной энергии (Подолинский, 2000).

Подолинский фактически открыл повышение информационной ценности энергии, хотя, естественно, в то время он не мог пользоваться такой терминологией. «...Обычно труд, – писал ученый, – не производит вещество, и поэтому вся производительность его может заключаться лишь в присоединении чего-то также не созданного трудом человека, к веществу. Это «что-то» есть, по нашему мнению, преобразованная энергия» (Подолинский, 2000). К этому вопросу мы еще вернемся в следующих главах.

Идеи С.А. Подолинского более чем на столетие опередили время. Его гениальные догадки заложили ту научную основу, с позиций которой мы можем сегодня подойти к анализу энергетики любой открытой стационарной системы.

Энергетический баланс системы

Одним из основополагающих законов природы, в рамках которого происходит развитие любой открытой стационарной системы, является закон сохранения энергии. Он может быть сформулирован следующим образом: ни одна материальная система

не может развиваться или функционировать, не потребляя свободной энергии (\mathcal{E}_c), которая расходуется на изменение внутренней энергии системы (ΔU), на рассеяние (диссипирование) энергии в окружающую среду (\mathcal{E}_∂) и на совершение работы (W):

$$\mathcal{E}_c = \Delta U + \mathcal{E}_\partial + W. \quad (11.1)$$

Работа, которую совершает система, реализуется по следующим направлениям:

- осуществление функции метаболизма (перемещение потоков информации), конечной целью которого и является извлечение из внешней среды свободной энергии;
- поддержание уровня гомеостаза (осуществление механизмов отрицательной обратной связи), без чего невозможна реализация функции метаболизма;
- трансформация уровня гомеостаза (осуществление механизмов положительной обратной связи).

Для выполнения работы по перечисленным направлениям система вынуждена расходовать энергию. Это ведет к тому, что в балансе системы появляется, соответственно, три энергетических компоненты: $\mathcal{E}_ж$, $\mathcal{E}_к$ и $\mathcal{E}_м$ (жизнеобеспечивающая, компенсационная и трансформационная).

Таким образом, в окончательном виде формулу энергетического баланса открытой стационарной системы можно выразить следующим образом:

$$\mathcal{E}_c = \Delta U + \mathcal{E}_\partial + \mathcal{E}_ж + \mathcal{E}_к + \mathcal{E}_м, \quad (11.2)$$

где ΔU – изменение внутренней энергии системы.

Может ли система расходовать энергии больше или меньше того количества, которое она получает за счет процессов метаболизма из внешней среды? Эти две ситуации могут быть выражены неравенствами:

$$1) \mathcal{E}_c < \mathcal{E}_\partial + \mathcal{E}_ж + \mathcal{E}_к + \mathcal{E}_м; \quad (11.3)$$

$$2) \mathcal{E}_c > \mathcal{E}_\partial + \mathcal{E}_ж + \mathcal{E}_к + \mathcal{E}_м. \quad (11.4)$$

Подобные ситуации возможны и часто происходят в жизни на любых уровнях ее проявления. Демпфирующим моментом в обоих случаях является изменение внутренней энергии системы.

Подробности

Если поступающей энергии начинает не хватать, чтобы обслуживать привычный «образ жизни» (т.е. поддержание устоявшегося уровня гомеостаза), система вынуждена расходовать припасенную ранее энергию. Обычно она складывается из двух частей. Одна оставляет резервные запасы. У животных они хранятся в высококалорийных веществах (например, жире); у семьи или предприятия – в банке (причем у постсоветской семьи сочетание «в банке» может носить характер буквального сбережения в стеклянной таре). Другим условием источников запасов может быть энергия внутренних связей отдельных элементов структуры, формирующей систему. Именно она идет в ход для удовлетворения энергетических потребностей систем после того, как истощаются резервные источники. Фактически это знаменует начало процесса саморазрушения системы. Животное начинает худеть и терять свои функции; семья – продавать еще недавно необходимые предметы обихода; фирмы вынуждены «избавляться» от части оборудования. В конце концов система оказывается перед выбором: или погибнуть (прекратить функционирование), или перестроить уровень своего гомеостаза так, чтобы потребности системы снова стали соответствовать возможностям, т.е. расход энергии стал бы равен поступлению свободной энергии в систему.

При положительном балансе (поступление энергии превышает ее расходование) процессы идут в обратном порядке. Система получает возможность реконструировать свою структуру и пополнить резервные запасы. Соответственно, возникают предпосылки и для прогрессивного изменения уровня гомеостаза.

Для перестройки системы (трансформации гомеостаза) включается механизм положительной обратной связи. Его реализация осуществляется за счет трансформационной составляющей \mathcal{E}_m .

Изменение количества внутренней энергии в системе (ΔU) является своеобразным индикатором энергетического состояния системы и характеризует предпосылки изменения уровня ее гомеостаза. При этом можно выделить три принципиальные ситуации:

1. $\Delta U = 0$: система функционирует в стабильном режиме, при котором поступление свободной энергии в систему полностью расходуется на поддержание порядка в системе (снижение энтропии).
2. $\Delta U > 0$ (изменение внутренней энергии имеет положительное значение): в системе начинает накапливаться излишек свободной энергии; он может быть реализован лишь при трансформации уровня гомеостаза в направлении его повышения (прогрессивная трансформация системы).
3. $\Delta U < 0$ (отрицательное значение): система начинает использовать внутренние резервы (т.е. функционировать за счет

саморазрушения); устранить подобную ситуацию система может, лишь понизив уровень гомеостаза; при этом снизятся и энергетические потребности системы (регрессивная трансформация системы).

Примечание

Следует подчеркнуть, что дополнительных затрат энергии требует не только прогрессивная перестройка системы (рост организма, развитие фирмы, страны), но и ее регрессивная трансформация (старение организма, уменьшение мощности фирмы, ослабление государства). Так как общее количество поступающей в систему свободной энергии снижается, необходимая для адекватной трансформации системы энергия (\mathcal{E}_m) может быть мобилизована только за счет реструктуризации расходных составляющих энергобаланса системы. Обычно больше всего «достается» компенсационной составляющей (\mathcal{E}_k). Как следствие этого в подобные переломные периоды устойчивость системы значительно снижается. Биологические организмы больше, чем обычно подвержены болезням (в этом отношении характерным является климаксовый период), фирму «лихорадит», в стране ослабевает деятельность силовых структур, начинаются волнения. Соответственно уменьшаются и другие составляющие: жизнеобеспечивающая (\mathcal{E}_j) - из-за уменьшения уровня гомеостаза; диссипативная (\mathcal{E}_d) - из-за снижения естественных потерь энергии, которые коррелируют с уровнем активности системы.

Если же энергии в системе не хватит на реализацию механизма положительной обратной связи или требуемый новый уровень гомеостаза выходит за критические потенциальные возможности самой системы, ее может ожидать летальный исход: организм умирает, фирма разрушается, в стране наступает революция и прежнее государство перестает существовать.

В том случае, если энергии трансформационной составляющей хватает на достижение нового уровня гомеостаза, система снова приходит в динамическое равновесие. Прекращает действовать механизм положительной обратной связи (\mathcal{E}_m стремится к 0), и в полной мере начинает действовать механизм отрицательной обратной связи (\mathcal{E}_k стремится к норме). Болезни отступают, дела на фирме налаживаются, она находит новых потребителей и поставщиков. Жизнь в государстве стабилизируется: хотя доходы на душу населения в стране могут быть ниже, чем до перестроечного уровня, возникает ощущение, что «жизнь налаживается» и рождаются надежды ...

Можно считать, что указанные условия баланса являются общими для любых видов структур, отвечающих требованиям *открытых стационарных систем*. К ним относятся:

- структуры неживой природы с коллективным видом поведения;
- живые организмы;
- экосистемы;

- коллективные объединения животных (рой, стадо, стая, пр.);
- экономические субъекты: предприятия и ассоциации;
- системы, формируемые экономическими субъектами (рынки);
- самоуправляемые социально-экономические системы регионов и стран;
- глобальная социально-экономическая система.

Соответственно, во всех этих системах действуют похожие механизмы отрицательной и положительной обратной связи. Проанализируем теперь содержание составляющих уравнения энергетического баланса системы (формула 11.1).

Первая составляющая, *объем производимой свободной энергии* (\mathcal{E}), отражает своеобразную мощность системы. Для различных видов структур примерное представление об этом жизненно важным показателе в какой-то степени дают оценки, характеризующие их продуктивность. Для живых организмов это количество генерируемой жизненной энергии; для экосистемы – ее несущая способность (*carring capacity*), или общее количество энергии, поступающей в трофическую (пищевую) цепь; для фирмы – доход, или выручка предприятия; для экономики страны – валовой внутренний продукт (ВВП).

В правой части уравнения 11.1 находятся расходные составляющие энергетического баланса. Чтобы было понятно их содержание, попытаемся рассмотреть возможную динамику составляющих на примерах нескольких видов систем.

Заметки на каждый день

- *За все нужно платить...*
- *Самыми дорогими оказываются бесплатные дары.*
- *Казалось бы, что может быть проще: тратить нужно лишь то, что зарабатываешь, но вот поди, за всю свою историю человечество так и не научилось жить по этому принципу. Видимо, знания одного лишь энергетического баланса оказываются мало. Нужно еще знать баланс нравственности.*
- *Богатый - не тот, кто много зарабатывает, а тот, кто зарабатывает намного больше, чем тратит.*



Глава 12

Энергетика развития систем



Энергетика живого организма

Для живых организмов параметры энергетического баланса (см. формулу 11.1), а соответственно и уровень метаболизма и гомеостаза, определяется количеством энергии, необходимой для поддержания основных *жизнеобеспечивающих* функций организма ($\mathcal{E}_ж$) и его органов.

Диссипативная составляющая ($\mathcal{E}_д$) отражает ту часть энергии, которую организм необратимо рассеивает (теряет) в окружающую среду. Естественно, при неблагоприятных условиях среды (в особенности, если температура среды значительно ниже температуры тела) безвозвратная отдача энергии усиливается. Однако эта составляющая связана не только с условиями внешней среды, но и коррелирует с активностью организма. Чем выше активность (т.е. $\mathcal{E}_ж$), тем больше потери энергии ($\mathcal{E}_д$).

Компенсационная составляющая ($\mathcal{E}_к$) – это расходы энергии на поддержание гомеостаза (увеличение потоотделения, смена окраски, повышение мобильности, принятие мер предосторожности, пр.). Эта составляющая, обеспечивающая механизм отрицательной обратной связи, зависит также от условий внешней среды (чем жестче условия, тем больше расходы энергии) и от активности организма (чем выше активность, тем больше энергии приходится тратить на поддержание различных видов равновесия: механического, теплового, химического, пр.). Не случайно некоторые животные (например, бурый медведь) на ужесточение условий внешней среды реагируют принятием необходимых превентивных мер. Для того чтобы выжить в зимний сезон, когда уменьшается кормовая база и снижаются возможности поступления свободной энергии в организм, медведь впадает в состояние

анабиоза (зимней спячки), предварительно максимально изолировав в берлоге свое тело от излишних потерь тепла (снижение \mathcal{E}_∂). При этом до минимума сокращаются расходы энергии по компенсационной составляющей (\mathcal{E}_κ), отсутствуют и какие-либо трансформационные перестройки ($\mathcal{E}_m = 0$). Жировых запасов энергии хватает лишь на поддержание жизнеобеспечивающих функций (\mathcal{E}_κ) и минимальных потерь энергии (\mathcal{E}_∂), которые удается сократить, но нельзя предотвратить полностью.

Некоторым сообществам животных (муравьи, термиты) удастся «смоделировать» некоторые элементы состояния анабиоза, причем перманентного (постоянного), но на общественном уровне. Максимально изолировав от изменений внешней среды свои жилища, они поддерживают в муравейниках и термитниках постоянные условия жизни, снижая потери энергии (\mathcal{E}_∂) и сведя до минимума компенсационную составляющую (\mathcal{E}_κ). Таким сообществам удается сотни тысяч лет, если не миллионы, поддерживать устойчивое стационарное состояние системы, когда механизм положительной обратной связи практически не задействуется и *трансформационная* энергия (\mathcal{E}_m) не используется.

Количество поступающей в организм свободной энергии зависит от скорости и эффективности обменных процессов (метаболизма). В юном возрасте, когда они высоки, в организм поступает значительное количество свободной энергии, создаются предпосылки постоянной мобилизации механизмов положительной обратной связи за счет избытка энергии (\mathcal{E}_m). В результате этого организм растет и развивается, постоянно повышая «планку» гомеостаза. По мере старения организма скорости обменных процессов снижаются и организму приходится вести перестройку в обратном направлении.

Энергетика экосистемы

Многие изменения в экосистемах сравнимы с процессами, происходящими в живых организмах. Не случайно к экосистемам в значительной степени применима «биологическая» терминология: развитие, рост, климакс, деградация, затухание. Однако динамика экосистем имеет и свои характерные особенности, которые очень показательны для уяснения многих процессов,

происходящих на уровне сообществ, включая социальную организацию людей.

Приток свободной энергии в экосистему (\mathcal{E}_c) определяется деятельностью продуцентов. Консументы в состоянии только перераспределять энергию. Представление об уровне гомеостаза в какой-то степени могут давать экологические пирамиды: пирамиды чисел (т.е. соотношение числа отдельных биологических особей в пищевой цепи), пирамиды биомассы, пирамиды энергий. Суммарный объем энергии, потребляемой всеми биологическими видами в пищевой цепи, составляет ту долю, которая может расходоваться по трем составляющим энергетического баланса: жизнеподдерживающей ($\mathcal{E}_ж$), компенсационной ($\mathcal{E}_к$) и трансформационной ($\mathcal{E}_м$). Эти три составляющие образуют своеобразный распределяемый «бюджет» экосистемы, в пределах которого она может осуществлять свои функции и развиваться.

Цифры и факты

По мере прохождения еды по пищевым цепям теряется значительное количество энергии. Почти 80-90% ее рассеивается в виде тепла (потеря при деятельности организмов, гниение умерших животных и отмирающих растений). Следовательно, сберегается только 10-20% энергии. Таким образом, длина трофических (пищевых) цепей лимитируется количеством сберегаемой энергии. Поэтому она редко превышает 6-7 компонентов, составляя в среднем 3-4 звена. В частности, в цепи «клевер - кузнечик - лягушка - уж - сокол» хищной птице достается только 0,0004% энергии солнечного света, попавшей на луг, где рос клевер (Крисаченко, 1998).

Это, безусловно, очень упрощенная схема экосистемы. Для полной картины в ней не хватает большого количества маленьких биологических видов (тли, гусениц, божьих коровок, мушек, наконец, бактерий и грибов), которые обычно в изобилии представлены в любой экосистеме и, в конечном счете, ее замыкают.

Жизнеобеспечивающая и компенсационная энергетические составляющие на уровне экосистемы складываются из соответствующих компонентов отдельных биологических организмов, обитающих в экосистеме. Они и определяют гомеостаз системы. Прирост свободной энергии в системе означает увеличение кормовой базы на любом из уровней экологической пирамиды. Это – предпосылка прогрессивного развития системы и энергетическая база положительной обратной связи, которая ведет к появлению новых биологических видов и связей в системе.

Откуда же может взяться дополнительная энергия в системе? Она может образоваться благодаря повышению эффективности обитания отдельных видов и их взаимной кооперации. Резервом для этого являются две энергетические составляющие: безвозвратно теряемая энергия (Θ_s) и компенсационная компонента (Θ_k).

Используя часть необратимых потерь, можно вернуть в систему определенное количество энергии. Именно эту роль выполняют биологические виды, потребляющие в пищу неразложившиеся остатки животных (шакалы, гиены, грифы, вороны и др.). Использование фекалий своих соседей по экологической нише является еще одной формой уменьшения потерь энергии в пищевой цепи. Как здесь не задуматься о той роли, которую играют в экономике предприятия и секторы переработки отходов!

Цифры и факты

У различных видов животных неодинакова эффективность пищеварения. У копытных, например, усваивается только 40-70% кормовой массы, мелкие грызуны усваивают еду на 90-95%, а у нутрии этот показатель достигает 99%. Эффективность использования еды у некоторых биологических видов повышается путем повторного использования кормов. Это явление называется копрофагией. Проявляется копрофагия в поедании животными фекалий. На таком поедании экскрементов специализируется достаточно большая группа насекомых (некоторые виды мух, жуки-навозники и др.). В процессе эволюции у ряда травоядных млекопитающих (зайцы и некоторые грызуны) выработалась способность поедать свои собственные фекалии. Такая автокопрофагия обеспечивает повторное пропускание еды через пищеварительную систему и тем самым увеличивает эффективность усвоения еды. В частности, у кроликов, которым свойственна автокопрофагия, первичные фекалии содержат более 28% белков. После повторной фазы усвоения кормов экскременты содержат уже только около 9% белков (Злобин, 1998).

Кстати, подобный принцип постепенного усвоения полезных веществ используется во многих химических технологиях и в металлургии. В энергетике и строительстве широко используются вторичные энергоресурсы.

Не всегда заметный, но весомый вклад в сокращение теряемой энергетической компоненты в экосистемах дает кооперация типа: «хищник-жертва». И не только благодаря реализуемому таким образом механизму естественного отбора. Дело в том, что хищники, выполняя санитарные функции, предотвращают возможные болезни и эпидемии среди животных и обусловленную этим массовую гибель популяции. Кроме того, хищ-

ники, регулируя популяцию жертв, осуществляют механизм отрицательной обратной связи в экосистемах по мягкому варианту. Это косвенно повышает эффективность системы. Ведь альтернативой этому может быть жесткий вариант механизма отрицательной обратной связи, когда популяция гибнет из-за недостатка кормов.

Значительную прибавку жизненно используемой энергии ($\mathcal{E}_ж$) в экосистемах может дать экономия на механизмах отрицательной обратной связи (компенсационной составляющей – $\mathcal{E}_к$). Реализуя эту функцию, растения и животные проделывают большой объем работы. Животные вынуждены постоянно мигрировать в поисках благоприятных ресурсов пищи, теряя драгоценную энергию на защиту от врагов, пр. Экологическая кооперация позволяет находить взаимовыгодные формы объединения различных биологических видов в их усилиях по поддержанию гомеостаза организмов.

Подробности

Одной из наиболее благоприятных форм кооперации биологических видов, способствующей экономии энергии на приспособлении к условиям окружающей среды, является симбиоз, т.е. сожительство организмов разных видов. В результате симбиоза один из партнеров или оба вместе приобретают возможность выиграть в борьбе за существование.

Нечто похожее происходит в экономике, когда более мелкие предприятия, облегчая себе жизнь, кормятся вокруг крупных фирм. Эта кооперация чаще всего выгодна и для последних, которые не тратят своих усилий на выполнение мелкой (а часто и «грязной») работы.

В борьбе за поддержание собственного гомеостаза биологические виды совершенствуют свое индивидуальное мастерство, находя более эффективные способы «инвестирования» компенсационной энергии. Общим принципом является стремление добиться суммарной экономии энергии в системе за счет «вклада энергетических средств» в компенсационную компоненту.

Ученые убеждают

Г. Одум, Э. Одум: «В экосистеме кораллового рифа живут рыбы разных видов. Для каждого вида характерна своя особая окраска, позволяющая особям одного

вида узнавать друг друга и отмечать занятую видом территорию. Окраска связана с затратами химической энергии. Затраты энергии необходимы и для различения цвета, и для того, чтобы органы чувств и мозг реагировали на свет. Если бы в этой экосистеме жили рыбы только одного вида, эти затраты энергии были бы не нужны; создание и поддержание разнообразия связаны с затратами энергии. Вместе с тем разнообразие видов рыбы в этой экосистеме полезно для нее, делая ее более эффективной. Каждый вид рыбы питается определенными организмами, и это создает в системе сложную структуру пищевых цепей. Такая взаимозависимость видов означает, что эффективно используются все компоненты экосистемы» (Одум и др., 1978).

В этой неустанной борьбе за эффективность в любых открытых самоорганизующихся системах кроме механизма кооперации действует, благодаря конкуренции, неумолимый естественный отбор. Согласно закону минимизации рассеивания энергии экосистем в конкурентных видах борьбы, возможных в данной жизненной среде, побеждает самый эффективный по использованию как энергии, так и (на чем мы остановимся в последующих главах) информации.

Факты публикаций

- Факты своеобразной конкуренции между структурами, обладающими коллективным поведением («модами»), в результате которой отбирались наиболее устойчивые, отмечены еще на уровне неживой природы (Дубнищева и др., 1998).
- Согласно принципу конкурентного исключения, который был открыт Г. Гаузе в 1932 г., в стабильной жизненной среде не могут мирно сосуществовать два вида с одинаковыми ресурсными потребностями. Конкуренция вынудит тот вид, который хоть немного уступает в уровне эффективности, или отделиться (переселиться в другое место, перейти на иной вид ресурсов, начать поиск еды во время сна доминирующего вида, пр.), или исчезнуть. Например, в нашем ближайшем окружении идет борьба между черными тараканами (проигрывают или уже проиграли) и рыжими «пруссаками». Самки первых откладывают яйца и не интересуются ими (индивидуальная экономия энергии оборачивается непоправимыми потерями энергоресурсов вида). Самки вторых заботливо носят «кладку» при себе практически до момента выхода потомства (затраты во имя экономии) (Корсак и др., 1998).

Увеличение многообразия экосистем повышает их эффективность и создает предпосылки для нового увеличения их многообразия. Повышение интегральной эффективности экосистемы создает предпосылки (запас свободной энергии) для включения

механизма положительной обратной связи. Как результат – в экосистеме появляются новые биологические виды и повышается уровень разнообразия составных частей системы. Эти изменения, в свою очередь, усиливают способность системы к потреблению и полезному использованию энергии. Повышение разнообразия составных частей системы придает поведению системы повышенную гибкость (механизм отрицательной обратной связи) в условиях, когда источники энергии становятся менее доступными. Повышенная выживаемость системы позволяет сохранять гомеостаз при возможных турбулентностях. А при стабилизации, накопив энергию, она снова в состоянии развиваться, включая *механизм положительной обратной связи*. Этот процесс может продолжаться до тех пор, пока экосистема не исчерпывает возможные резервы повышения эффективности и достигает своего климаксового состояния. Оно характеризуется приближением к максимальному пределу эффективности данного вида систем. После этого механизм положительной обратной связи ослабевает, и система существует в очень стабильном состоянии. Более детально анатомия экосистем рассматривается в (Мельник, 2000).

Столь подробное ознакомление с процессами, происходящими в экосистемах, надеемся, позволяет лучше понять процессы развития, происходящие в структурах человеческого общества.

«Энергетика» фирмы

Человечество не может отменить действие энергетических законов (главным из которых является обязательность соблюдения энергетического баланса) в своих отношениях с природой. Об этом напоминают малые и большие экологические кризисы, вспыхивающие в разных уголках Земли. Создав экономическую систему, построенную на товарно-денежных отношениях, человек мало задумывается над соответствием денежных знаков энергетическим эквивалентам.

Тем не менее в любой фирме ежемесячно составляется документ под названием «баланс». Правда, этот баланс не энергетический, а денежный. Однако, вникнув в проблему, убеждаешься, что он объясняет и определяет поведение экономического

субъекта по тем же правилам, по которым энергетический баланс – поведение организма или экосистемы.

Примечание

По сути, баланс доходов и расходов является своеобразным квазиэнергетическим балансом фирмы. (Именно поэтому в терминологической связке подзаголовка первое слово взято в кавычки.) Мы используем этот аналог, чтобы подчеркнуть единство природы, процессов, происходящих в любых саморазвивающихся системах. Денежные показатели действительно тесно связаны с энергетическими эквивалентами. И не только потому, что цены на топливо в современном обществе определяют цены на другие виды товаров. Деньги для общества – это то же, что энергия для физической системы. Такое соответствие денег и энергии в социальных системах не является случайным. Именно деньги, а не энергетические показатели, наиболее точно и полно отражают глубину происходящих процессов. Ведь они, кроме всего прочего, отражают и такой фактор, как информация. Насколько это важно, мы покажем далее. А пока вернемся к уравнению квазиэнергетического баланса, памятуя о некоторой условности использования соответствующих аналогов.

*Гомеостаз системы обусловлен основными технологически ми видами затрат на производство продукции (в первом приближении – это *средний остаток оборотных средств* на предприятии за вычетом накладных расходов). Это своеобразный эквивалент жизнеобеспечивающей составляющей квазиэнергетического баланса ($\mathcal{E}_ж$).*

Компенсационную составляющую баланса ($\mathcal{E}_к$) формируют расходы, связанные с приобретением и содержанием пассивной части основных фондов (здания, сооружения, передаточные устройства, силовые машины и оборудование, пр.), содержанием управленческого и вспомогательного персонала, и другие виды накладных расходов. Именно они призваны осуществлять функцию механизма отрицательной обратной связи, удерживая равновесное состояние предприятия в рамках достигнутой номенклатуры выпускаемой продукции, которая, в конечном счете, определяет и гомеостаз предприятия.

Примечание

Видимо, не случайно в некоторых зарубежных учебниках по экономике издержки определены как «прямые и косвенные выплаты, необходимые для того, чтобы привлечь и удержать ресурсы в пределах данного направления деятельности»

(см., например, Пиндайк и др., 1992). Именно на поддержание гомеостаза фирмы уходит значительная часть ее издержек.

Любое отклонение от состояния гомеостаза вызывает увеличение компенсационной составляющей (\mathcal{E}_κ) на нейтрализацию этих отклонений. В частности, изменение традиционных поставщиков и потребителей продукции вызывает рост транспортных затрат и маркетинговых расходов. Экономисты знают, как невыгодно бывает, если фактический объем производства отклоняется от нормативной мощности предприятия. Для предприятия одинаково невыгодным оказывается как малая загрузка мощностей крупнотоннажного и массового производства, так и значительный «перегруз» маломощного оборудования. Основная причина – резкое увеличение затрат на механизмы отрицательной обратной связи. В подобных ситуациях предприятиям рекомендуют избавиться от прежних мощностей и перейти на технологии, более соответствующие реальным условиям среды и возможностям предприятия. Для этого часть затрат, используемых на механизмы отрицательной обратной связи (\mathcal{E}_κ), нужно переключить на механизмы положительной обратной связи (\mathcal{E}_m), т.е. трансформировать производство. Дополнительными источниками средств для этого могут быть высвобождение части затрат по себестоимости, прибыль предприятия, банковские кредиты, пр.

Что же образует *диссипативную* составляющую (\mathcal{E}_θ)? Это налоговые отчисления, платежи, сборы, различные виды убытков, неустойки, разница между максимально достижимой и фактически достигнутой выручкой (упущенная выгода) и, конечно же, государственный (чиновничий) и негосударственный (криминальный) рэкет. Диссипативную компоненту, безусловно, увеличивает и низкая эффективность основных технологических процессов. Ведь превышение расходных производственных показателей (материалоемкость, энергоемкость) любой фирмы по сравнению с ее отечественными и зарубежными аналогами может быть по праву занесено в пассив «энергетического» баланса, или в актив его диссипативной составляющей. Напомним, что энергоемкость и материалоемкость продукции, выпускаемой украинскими предприятиями, к сожалению, в десятки раз (а по некоторым технологическим процессам в сотни раз) превышают показатели лучших зарубежных фирм.

Грустное отступление

Низкая эффективность советских, а затем и украинских предприятий во многом объясняется попыткой удерживать любой ценой достигнутое равновесие в условиях, когда для этого не существует объективных предпосылок, и неумением использовать механизмы положительной обратной связи. Для предприятий, работающих в рыночных условиях, нормальной практикой является ежегодный запуск нескольких новых изделий. Это автоматически означает и снятие с производства старых образцов. Планирование запуска изделия одновременно означает планирование его снятия как изделия вообще с производства. Вспомним, как быстро морально устаревают любые виды компьютерной техники. Это происходит потому, что появляются новые.

Для советских предприятий планирование снятия изделия с производства в момент его запуска было нонсенсом. Ведь изделие запускалось «на века». На неизменных приемнике ВЭФ «Спидола», автомобиле «Жигули», телевизоре «Березка» и многом другом выростали целые поколения советских людей. Заявить, что изделие должно быть снято через год, было равносильно утверждению, что изделие несовершенное, некачественное, просто плохое. Неумение ощущать время вело к неумению трансформироваться в этом времени. Красноречивым показателем этого являлось стремление все ремонтировать (чаще всего кустарным образом и в единичном производстве), а не заменять на новое (выпущенное массовым способом).

Еще одним недостатком являлось неумение ощущать пространство. Наши станки, агрегаты, заводы хронически были «не по размеру». Либо из них давно «выросли», либо до них годами не могли «дорасти». До 90-х годов в микроэкономике вообще не существовало понятия маржинальных (предельных, граничных) издержек. Но только они являются индикатором для определения оптимальных размеров предприятий и целесообразного (эффективного) объема выпускаемой продукции.

Все эти факторы порождали колоссальные затраты на поддержание гомеостаза, который либо все время куда-то ускользал, либо вообще «хронически» находился в стороне. Но даже там, где гомеостаз случайно угадывался, он тут же нарушался «ударниками», которые стремились его превзойти во что бы то ни стало, «задолго до начала встречив Новый год». Подгонка и экспромт становились главным стилем производства. Девизом было не жить, а выжить.

Годами большая часть экономической системы «размещалась и кормилась» на компенсационной составляющей (Э). Преодоление трудностей, как заметил М. Жванецкий, стало нашим стилем жизни: «наши беды непереводимы». Действительно, почему такая рутинная работа, как ежегодный сбор урожая, у нас называется «битвой за урожай»?! Как находилось место для «трудовых подвигов» на предприятиях, которые годами, а то и десятилетиями выпускали одни и те же виды продукции?!

«Энергетика» государства

Государство может существовать, только потребляя (распределяя) производимый национальный продукт. Это аналог притока свободной энергии в систему (\mathcal{E}_c). Он может быть увеличен за счет зарубежных инвестиций, иностранных кредитов, займов, грантов, вкладов зарубежных клиентов в национальные банки (последним, например, широко пользуются Швейцария, Люксембург, Кипр), дивидендов от использования валюты как средства платежа в других странах (например, долларов США, долларок, японских иен), дивиденды от вывоза собственного капитала, пр.

В качестве жизнеобеспечивающей компоненты ($\mathcal{E}_ж$) можно рассматривать все те виды издержек, которые обеспечивают приток вышеперечисленных поступлений в страну. Это производственные затраты промышленных предприятий и сферы услуг. Это и те расходы, без которых невозможен приток капитала в страну. Причем сюда следует отнести не только соответствующие затраты банков, внешнеэкономических ведомств и учреждений, оформляющих зарубежные кредиты, займы, инвестиции и гранты, но и выплаты по этим кредитам, займам и акциям.

Компенсационную компоненту формируют издержки ведомств и предприятий, обеспечивающих внешнюю и внутреннюю безопасность страны, включая природоохранные службы и подразделения МЧС. Сюда же относятся затраты, обеспечивающие функционирование инфраструктуры государства (коммунальное хозяйство, дороги, коммуникации, пр.).

Куда же отнести затраты на многочисленные управляющие структуры (Кабмин, министерства и комитеты, местные администрации, налоговые службы, пр.)? Увы, в обществе существует очень тонкая грань, отделяющая носителей механизмов отрицательной и положительной обратной связи. Она определяется не только теми импульсами, которые исходят из верхних эшелонов власти (а они играют очень большую роль), но и установлениями и внутренним настроем управляющих органов и менталитетом его чиновников. Любой из них может стать генератором прогресса, продвигающего общество вперед путем неустанный приведения в действие механизма положительной

обратной связи. Но эти же субъекты могут превратиться в тормоз любых реформ, беспокоясь лишь об удержании любой ценой старого гомеостаза системы и используя исключительно механизмы отрицательной обратной связи.

Примечание

Реальное место общественных структур (и их работников) в квазиэнергетическом балансе социально-экономической системы определяется отнюдь не вывесками учреждений и кругом их формальных обязанностей, а фактически реализуемыми функциями. Скажем, пресловутый «теневой сектор», несмотря на свой формально «диссипативный» статус, может вносить гораздо больший вклад в выживаемость страны (а значит, и в ее стабильность), чем солидные государственные предприятия, имеющие на то официальные полномочия, но сидящие годами «на картотеке». К слову сказать, челночный бизнес в течение последнего десятилетия в разные годы давал работу (а значит, возможность элементарно выжить), по некоторым оценкам, от 20 до 25% населения. И наоборот, научные учреждения, призвание которых вносить позитивный баланс в жизнь общества, долгие годы сами находятся (хоть и не по своей вине) на грани выживания. В этой ситуации единственно возможной мыслью может быть только сохранение баланса (т.е. старого гомеостаза).

Количественная наполняемость каждой из продуктивных составляющих энергетического баланса системы (или его квазиэнергетического аналога): *жизнеобеспечивающей, компенсационной и трансформационной* – отнюдь не гарантирует качественного выполнения соответствующих функций и эффективного развития системы. Высокие затраты основного производства – еще не гарантия высокой производительности, тем более высокого качества продукции. Излишнее укрепление несущих конструкций здания увеличивает его вес, что может, в конце концов, ослабить здание.

Когда сохранение равновесия превращается в самоцель существования системы, отнимая все ее ресурсы и жизненные силы, чаще всего удается добиться противоположного результата: устойчивость системы неумолимо приближается к критическому пределу. Это общая закономерность для любых систем: от биологических организмов – до технических и социальных структур.

Тот, кому хоть раз в жизни довелось ездить на велосипеде, знает, как трудно (почти невозможно) удерживать равновесие, стоя на месте. И лишь движение вперед резко уменьшает на-

грузку на «компенсационную составляющую» и... увеличивает устойчивость системы. Чем быстрее едет велосипед, тем труднее его вывести из состояния равновесия, то есть он постоянно выходит из этого состояния, но только в нужном ему направлении, двигаясь вперед.

Таким образом, механизм положительной обратной связи, созданный, казалось бы, для нарушения равновесия, и нарушая это равновесие, может вносить гораздо больший вклад в устойчивость системы, чем целенаправленное действие специализирующегося на этом его антипода, механизма отрицательной обратной связи. Оказывается, при помощи механизма положительной обратной связи можно искусно управлять равновесием системы, а механизмами отрицательной обратной связи сознательно или непреднамеренно нарушать его.

Пример

Маленький прибор - автопилот обеспечивает устойчивость огромной системы - самолета, но только в том случае, если она набрала нужную скорость движения. Кстати, и сам автопилот работает по принципу волчка, который в движении сохраняет свое состояние устойчивого равновесия.

Да, как это ни парадоксально, затраты на обеспечение гомеостаза (равновесия, безопасности) системы еще не гарантируют ее устойчивости. Но тогда какой фактор определяет эту устойчивость? В самом первом приближении этот фактор может быть назван информационным качеством вложения средств, равно как и информационным качеством управления, всей системой в целом.

Чтобы понять глубинную взаимосвязь энергетического и информационных начал развития, необходимо погрузиться в сущностную природу информационной категории.

Заметки на каждый день

- *Очень трудно заработать деньги - энергию для будущих действий (строительства, покупок, поездок, пр.). Очень важно знать, как расходовать (инвестировать) деньги. Гораздо труднее придумать программу воспроизводства денег и знаний. И уж на порядок сложнее - создать систему, которая бы воспроизводила программы воспроизводства денег и знаний. Такое по силам только гениям.*

- *В старину говорили: «Если я дам сыну деньги - он их растратит. Если я научу его зарабатывать деньги - они не кончатся никогда».*
- *Десять раз подумай, прежде чем что-то сэкономить. Если ты сэкономишь на ресурсах - ты не заработаешь прибыль, если ты сэкономишь на радости - ты упустишь жизнь... Если мы сэкономим на молодежи - мы потеряем будущее...*
- *В одном университете решили экономить электроэнергию и начали выключать свет в 16.00. Ректор, придумавший такую «мудрую» энергосберегающую меру, стал ждать премию за экономию энергии, а студенты (главным образом, отличники), имевшие обыкновение засиживаться на кафедрах за компьютерами, вынуждены были расходиться по домам засветло... Два вопроса на засыпку: первый - не лучше ли выключать свет прямо с утра - так больше сэкономишь (а заодно, не сэкономить ли на зарплате, уволив преподавателей?); второй - какую награду заслуживает ректор?..*



Глава 13

Информация и развитие



Реальность информационной реальности

Информация является одной из наиболее сложных естественно-научных и философских категорий. Фактически к осмыслению ее как фундаментальной природной сущности человечество пришло только в середине XX века. До этого термин «информация» относился только к процессам, происходящим в обществе.

Первоначальный смысл этого понятия – *сведения, сообщения, новые знания*. В 20-е годы XX столетия впервые попытались измерить количество информации. Оказалось, чем менее вероятно событие, о котором передается в сообщении, тем больше информации сообщение несет (хотя зависимость и не носит линейного характера). Следовательно, информацией становятся те сообщения, которые снимают неопределенность, существующую до их поступления. Англичане шутили, что сообщение: «Завтра будет дождь», – им практически не несет информации, так как имеет почти стопроцентную вероятность. Если событие имеет два равновероятных исхода (например, «будет дождь» и «не будет дождя»), то сообщение о каждом из них несет единицу информации, называемую битом. Это определение информации, безусловно, сформировалось на основе антропоцентричного подхода, так как «приемником», или потребителем, сообщения однозначно подразумевается человек.

Значительно шире понятие информации как формы *отражения*. Если в предмете происходят изменения, отражающие воздействие другого предмета или силы природы, то можно сказать, что первый предмет становится носителем информации о втором предмете или природном явлении. Так, скалы «записывают» информацию о волнах, которые разбиваются о них, или

ветрах, которые веками их обтачивают. Песок или снег определенное время «помнят» информацию о животных, которые по ним прошли. Земля «консервирует» и хранит «память» о геологических и даже общественных процессах, которые происходят на ее поверхности. Способность предметов и явлений отражать информацию используется человеком для передачи или «запоминания» информации. В данной трактовке уже преодолено антропоцентричное толкование термина. Информацию-отражение может «принимать» не только человек. Все представители животного и растительного мира воспринимают информацию о происходящих и даже будущих явлениях природы, корректируя в соответствии с ней свое поведение.

Примечание

Способность к отражению и «запоминанию» информации является фундаментальным свойством природы. Это важно, поскольку «память» природы (наряду с движением и синергизмом) - это, по всей вероятности, тот краеугольный камень, та основа, на которой зиждется вся материя.

С данной трактовкой информации созвучно и следующее определение: информация – это «энергетически слабое воздействие, воспринимаемое организмом как закодированное сообщение о возможности многократно более мощных влияний на него со стороны других организмов или факторов среды и вызывающее его ответную реакцию» (цит. по: Реймерс, 1990, с. 215). Справедливости ради следует обратить внимание на неточность, допущенную в данном определении, где информация спутана с ее носителем.

Подробности

Люди в своей деятельности широко используют способность многих животных и растений, воспринимая информацию, своим поведением «предсказывать» природные явления. Ласточки высоко летают - к хорошей погоде. «Чайки ходят по песку - моряку сулят тоску», - будет шторм. Муравьи еще до захода солнца закрывают входы в муравейник - надвигается ненастье. Шахтеры раньше часто брали с собой под землю канареек. Эти птицы очень чувствительны к рудничному газу, бичу шахт. Угри ухитряются «заметить» ничтожнейшую концентрацию алкоголя в воде: если бы в Ладожское озеро был влит один наперсток спирта, они бы среагировали на это! Тренированная собака может обнаружить залежи серного колчедана и других руд более чем на семиметровой глубине. Многие растения перед

дождем закрывают свои цветы. На сегодняшний день зарегистрировано около семидесяти видов животных, у которых наиболее отчетливо выражается реакция на приближающуюся катастрофу. Четко реагируют на приближающееся землетрясение лошади, коровы, овцы, свиньи, собаки, кошки... Чувствительны к бедствиям крысы и мыши (Земля, 1979).

Реальное содержание информации значительно шире термина *отражение*. Ведь отражение – это что-то вторичное. Но разве не обладают изначально информацией тела и силы природы? Академик А.И. Берг отмечал: «Ни вещества, ни энергии, не связанных с информационными процессами, не существует...» (цит. по: Перельман, 1985). Человечество медленно приближалось к осмыслению глубинного содержания информации. Значительный толчок к этому дало развитие генетики и кибернетики, для которых информация является непосредственным объектом исследования.

Историческая справка

Основы современной генетики заложены Г. Менделем, открывшим законы дискретной наследственности (1865), и школой Т.Х. Моргана, обосновавшей хромосомную теорию наследственности (1910). В 20-30-е годы большую роль в развитии генетики сыграли работы Н.И. Вавилова, Н.К. Кольцова, С.С. Четверикова, А.С. Серебровского и других советских ученых (Советский, 1986).

Предтечей кибернетической науки, видимо, можно считать работу ученых Московского института автоматики и телемеханики (Кулебякин, Щипанов, Коваленков, Магинский и др.). В 1930-1940 годах в московском журнале «Автоматика и телемеханика» они опубликовали цикл статей, где выдвинули мысль (и математически ее обосновали) о возможной фиксации в автоматической системе «поведения регулируемого параметра», некоего «регулятора в обобщенной символической форме». В работах было предложено создать систему, способную, в терминах оригинала, при помощи «идеального и универсального регулятора» решать определенные логические задачи, прочно сохраняя их в специальной «памяти». «Историческая память», как было записано в оригинале, технологически закреплялась в железе. Большинство ученых было репрессировано – режим не смог простить им претензий на «идеальный и универсальный регулятор «исторической памяти» (Скуратовский, 1999).

Официальной датой рождения науки «об управлении, связи и переработке информации» считается 1948 год, когда вышла работа американского ученого Норберта Винера «Кибернетика». (Кстати, отец Н. Винера, родившийся в Киеве, считался одним из лучших переводчиков на английский язык романа «Война и мир».) Основным объектом исследований кибернетики являются так называемые кибернетические системы, рассматриваемые абстрактно, вне зависимости от их матери-

альной природы. Теоретическое ядро кибернетики составляют: теория информации, теория алгоритмов, теория автоматов, исследование операций, теория оптимального управления, теория распознавания образов (Винер, 1958).

К сожалению, отечественным направлениям науки и в генетике, и в кибернетике сталинским режимом был нанесен жестокий удар, известный как борьба с «лженауками». Тем не менее уже в 60-е годы в Киеве под руководством академика Глушкова были получены значительные результаты по формированию основ искусственного интеллекта.

С развитием кибернетики формируются новые подходы к трактовке *информации* на основе категории *различия* (Урсул, 1971). Иными словами, информация – это нечто, что передает различие природных объектов (предметов, процессов, явлений) в пространстве и времени.

Очевидно, что чем разнообразнее явление природы, тем большим набором характерных признаков оно может быть описано. Не случайно с этим связано еще одно понятие информации как *степени разнообразия* в объектах и процессах природы (Экоинформатика, 1992).

Подробности

По мере развития и аккумуляции солнечной энергии происходила дифференциация вещества. С информационной точки зрения разделение вещества ведет к увеличению разнообразия, то есть росту информации. Увеличение сложности и разнообразия не носило монотонного характера: в отдельные эпохи наблюдались скачки в накоплении информации, те самые «информационные взрывы». Именно тогда происходили резкие смены геологической среды и биологического мира (рост беспозвоночных животных в начале кембрия, вымирание крупных земноводных и многих папоротникообразных в конце палеозоя, появление покрытосеменных растений в середине мелового периода, вымирание крупных ящеров в конце его, бурное развитие млекопитающих в начале палеогена).

Информативность природы значительно возросла благодаря живому веществу. Живые организмы, синтезируя огромное количество различных органических соединений - углеводов, белков, жиров и др. (растения), а затем создавая новые соединения (животные), образуют огромное разнообразие органических соединений биосферы, число которых измеряется соответственно сотнями тысяч и миллионами. Это приводит к резкому росту химической информации - новому «информационному взрыву». Но самое главное, происходит качественное изменение информации и появляется более сложный вид - биологическая информация. Появление человека привело к лавинообразному росту информации на планете.

Интересный подход к определению информации встречаем у А.А. Борисенко. Для него предтечей информации являются абсолютные *ограничения* («ограничения ограничений»). Взаимодействуя с абсолютным движением («движением движения») они образуют информацию (Борисенко, 1997; 2000). Отсюда можно сделать вывод, что исходным фундаментальным началом информации являются ограничения движения, или степени свободы материальных объектов (Борисенко, 2000:2001).

Значительный вклад в формирование понятия *информации* как фундаментального фактора природной среды внес советский ученый Н.Ф. Реймерс. Он в 60-е годы предложил трактовать информацию как «один из важнейших *природных ресурсов* и одновременно *общественных достояний*, поскольку все развитие человечества – результат освоения и переработки информации, получаемой из окружающей среды и накапливаемой обществом» (Реймерс, 1990, с. 215). Хотя в этом определении и остается открытым вопрос о сущности самой информации.

На базе фундамента знаний, подготовленном более чем за вековой период развития генетики, в последние десятилетия XX века человечество стало подходить к пониманию информации как нематериальной сущности, которая является управляющим фактором, своеобразной *программой действий* для материальных природных и социальных систем.

Эта нематериальная сущность информации обуславливает сложность ее восприятия на основе традиционного материалистического познания мира. Можно, видимо, даже говорить, что при попытках осмыслить информацию с этих позиций возникает ощущение ее загадочности и некоторой таинственности. Как может нечто «бесплотное, невидимое, неслышимое, неосязаемое» управлять ходом всех процессов во Вселенной и на Земле? Ведь все в мире – от мельчайших клеток до космических объектов – развивается и движется согласно четким информационным программам. Их сущность человек постигает, открывая законы природы, будь то генетический код либо порядок движения созвездий. Следовательно, можно утверждать, что нематериальная информация управляет материальным миром.

Может быть, именно символический образ информации запечатлен в Библии: «В начале было Слово»... (Иоанна, 1:1–5). Ведь в греческом языке, с которого на большинство европейс-

ких языков была переведена Библия, «логос» кроме понятия «слово» имеет и другие значения, в частности «смысл» или «замысел». Чтобы почувствовать это, достаточно обратиться к носителям языка, древнегреческим философам и другим мыслителям, говорившим на этом языке.

Энциклопедическая справка

Греческий «логос» первоначально означает «речь» или «слово», относительно как внешней формы, так и содержания речи, ее СМЫСЛА...

Таким образом, упомянутая фраза из Евангелия формально может быть прочитана и несколько иначе, например: «В начале был Смысл, и Смысл был с Богом, и Смысл был Бог». В данном случае под Смыслом можно понимать информационную основу, можно – замысел, а можно... – и то, и другое. Именно эту информационную основу/замысел в форме «откровения Существа Божия» пытаются постичь люди, открывая для себя законы мироздания.

Нематериальность и материальность информации

Интуитивно чувствовал нематериальную сущность информации и ее фундаментальное значение в природе В.И. Вернадский, когда писал в статье «Несколько слов о ноосфере», что не понимает, как *мысль*, не будучи материей, вызывает огромные изменения. Еще в 1944 году он удивлялся этой загадке: «Мысль не есть форма энергии. Как же может она изменять материальные процессы? Вопрос этот до сих пор научно не разрешен. Его поставил впервые, насколько я знаю, американский ученый, родившийся во Львове, математик и биофизик Альфред Лотка (A. Lotka. Elements of physical biology. Baltimaurt, 1925. P. 406). Но решить его он не мог» (Вернадский, 1944).

Итак, информация – это:

- сообщение;
 - категория различия;
 - природный ресурс;
 - мера ограничения.
 - форма отражения;
 - степень разнообразия;
 - программа действий;
-

Все перечисленные подходы к определению информации, скорее всего, являются различными гранями такого сложного и многопланового природного явления, которым является информационная реальность. Лишь попытавшись понять, каким образом все эти грани взаимосвязаны друг с другом, мы сможем приблизиться к формированию более или менее цельной картины содержания информации из ее кажущихся разрозненными мозаичных фрагментов.

Прежде чем сформулировать определение информации, обозначим ее принципиальные отличительные качества.

Первое. Информация – это то, что определяет (идентифицирует) свойства предметов и явлений в пространстве и времени. Действительно, чем отличается один объект (предмет, процесс или явление) от другого? Набором своих пространственно-временных параметров, т.е. своими пространственными характеристиками (структура, внутренние связи) и способностью изменяться (или не изменяться) во времени (динамика внутренних процессов, характер внутренних противоречий, тенденций, пр.). Что такое, в частности, пространственно-временные характеристики предмета? Это его форма, фазовое состояние (твердое, жидкое, газообразное, плазменное), различные физико-химические свойства (твердость, пластичность, теплопроводность, спектральные особенности, электропроводность, электромагнитные параметры, пр.). Все эти свойства определяются различной способностью предметов изменять (не изменять) свое состояние (пространственную структуру, температуру, другие физические параметры) в пространстве и времени. Этим, в частности, обусловлены подходы к определению информации на основе *категории различия* (пространственно-временное изменение) и *программы действий* (изменение во времени).

Второе. Посредством чего создается пространственно-временное различие объектов (предметов, процессов, явлений) в природе? Посредством различия в наборе степеней свободы у разных объектов (систем), т.е. их возможности изменять свое состояние или реализовывать свои способности осуществлять различные формы движения. Степени свободы или ограничения и являются тем, что в сочетании с абсолютной потенцией к движению формирует такие природные сущности, как материя, пространство, движение, законы природы. В свою очередь, сте-

пени свободы предметов и явлений природы обусловлены теми энергетическими потенциалами, которыми они обладают.

Третье. Какова природа информационной сущности? Информация нематериальна. Ее нельзя отнести к категории объективной реальности. В этом плане, она, скорее, могла бы быть названа «виртуальной» (т.е. возможной реальностью). Информация – это то, что не является материей, но формирует материальные сущности – объективные реальности (предметы и явления природы) и управляет ими.

Примечание

Здесь уместно оговориться. Рассматривая информацию, мы будем касаться лишь тех природных сущностей, которые ограничены горизонтом проявления существующих пространственно-временных связей. То есть тех, которые проявляются только по отношению к объективному материальному миру.

Иными словами, мы не будем рассматривать те сущности, которые предшествовали возникновению материального пространства-времени (а возможно, существуют и ныне вне пространственно-временного измерения). Мы также считаем не вправе высказывать какие-либо суждения о содержании Божественных Сущностей (Ипостасей). Они относятся к области надматериального мира и существуют по совершенно иным законам. Там, где мы все же касаемся упомянутых сущностей, мы рассматриваем лишь их возможное влияние (отражение) на объекты (предметы и явления) материального пространственно-временного мира.

С учетом высказанных оговорок рискнем сформулировать определение, отражающее перечисленные свойства информационной сущности.

Информация – это сущностное начало природы, несущее в себе характерные признаки предметов и явлений природы, проявляющиеся в пространстве и времени.

Именно это природное сущностное начало пытаются передать люди в своих сообщениях и воспринимают объекты материального мира, отражая воздействие тел и сил природы. Именно эта природная реальность формирует отличие одних явлений от других и, следовательно, служит мерой разнообразия в природе. Именно это природное начало выступает в качестве своеобразной программы развития природных и общественных процессов. И именно эту природную реальность пытаются постичь люди, чтобы внести вектор осознанности и целесообразности в процессы развития.

Приведенное определение не будет полным, если не будут раскрыты понятия пространства и времени, содержащиеся в нем. Все природные процессы протекают в *пространстве* и *времени*. Эти две ключевые категории являются фундаментальными условиями и мерой существования материи. В мире нет материи, не обладающей пространственно-временными свойствами. Равно как не существует пространства и времени самих по себе, вне материи или независимо от нее.

Пространство есть форма бытия материи, характеризующая ее протяженность, структурность, сосуществование и взаимодействие элементов во всех материальных системах.

Время – форма бытия материи, выражающая длительность ее существования, последовательность смены состояний в изменении и развитии всех материальных систем. Пространство и время неразрывно связаны между собой, их единство проявляется в движении и развитии материи (Философский, 1983).

Уровни информационной реальности

Только юный возраст знаний о такой категории, как информация (первое определение было дано лишь в начале 50-х годов XX столетия), не позволяет нам пока увидеть то многообразие форм и проявлений информации, которое мы уже умеем различать в вещественно-энергетическом, т.е. материальном мире.

Сложность изучения информации обусловлена ее нематериальной природой. «Бестелесность» информации не позволяет ощутить ее нашими материальными органами чувств. То, что мы чувствуем (видим, слышим, ощущаем), думая, что ощущаем информацию (газеты, книги, дискеты), – всего лишь материальные носители информации, т.е. объекты материального мира. Восприятие нематериальной, а потому абстрактной сущности информации возможно только на основе абстрактного же мышления.

«Ощущаемость» вещественно-энергетического мира позволила человечеству «разглядеть» многообразные элементы и формы его проявления, например: составляющие частицы веществ, химические элементы и переходы одних веществ в другие, агрегатные состояния, формы энергии, виды движения и т.д., и т.п. «Разглядев» детали, человек смог все назвать, придумав терминологическую основу для всего этого.

По всей вероятности, информационный мир не менее многообразен. Когда-нибудь человек «увидит» различие его образов, изучит их, классифицирует, придумает названия разным проявлениям и свойствам этого мира.

Из философского трактата

В «Дао Де Цзин», тексте, написанном древним китайским философом Лао Цзы около 2000 лет назад, можно встретить такие строки:

«...Не обладающее именем -
начало Неба и Земли,
я называю его «мать всех вещей»
и потому
неустанно освобождаясь от стремлений,
узришь сокровеннейшее его,
неустанно обретая стремления, узришь
облик его.
И то, и другое имеют один исток
и различаются лишь названием.
Для неведомого все имена, что одно...
(Лао Цзы, 1996).

Можно, видимо, утверждать, что эволюция природы – это развитие или трансформация информационной сущности. Можно сказать и иначе: эволюция природы осуществлялась через формирование различных форм материально-информационной (или информационно-материальной?) сущности. Ибо что такое любая *материальная сущность*: микрочастица, вещество, биологический организм, человек или общественная структура? *Это закрепленная памятью информационно упорядоченная система движения вещественно-энергетических потоков.* Поэтому, кроме того что перечисленные сущности являются вполне конкретными материальными объектами, информационные системы, которые обеспечивают их устойчивое существование (функционирование), можно считать определенными формами информационной сущности.

Таким образом, в процессе эволюции природа смогла пройти путь от более простых системных образований самоорганизующейся материи – микрочастиц (которые не так уж и простые) – до сложнейших материально-информационных систем, воплотившихся в человеке и социальных структурах (рис. 13.1).

Шестой	<p>Продукты самоорганизующихся систем</p> 
Пятый	<p>Продукты продуктов интеллекта и общества</p> <p>продукты компьютера</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $F(x) = \ln xI + \frac{23x}{e+x^2}$ $\operatorname{cosarctg} \psi = \sqrt{e+x^2}$ </div> <p>продукты искусственно выведенных биологических видов</p> 
Четвертый	<p>Продукты интеллекта и общества</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>знания</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>компьютер, пр.</p> </div> </div>
Третий	<p>Сущности интеллекта и общества</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>личность</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>общественные объединения</p> </div> </div>
Второй	<p>Сущности живой природы</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>биологические виды</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>экосистемы</p> </div> </div>
Первый	<p>Первичные фундаментальные сущности</p> <p>законы природы</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>причинно-следственные связи, пр.</p>

Рис. 13.1. Уровни информационной реальности

Безусловно, бесконечное многообразие Природы и ее информационной первоосновы всегда оказывается глубже, сложнее и полнее любых наших предположений, в том числе и высказанных выше. Однако наша попытка постижения откровения Божьего является одной из форм информационного озарения («светом человеков»), которое способствует более глубокому проникновению в содержание процессов развития природы.

Попробуем обозначить различные формы информационной реальности, схематично показанные на рис. 13.1:

1. Первичные фундаментальные сущности, определяющие организационную первооснову материальной субстанции во Вселенной и на Земле (информационные сущности первого уровня):

- фундаментальные физические законы природы;
- причинно-следственные связи;
- закономерности взаимодействия между объектами материального мира (например, космическими объектами во Вселенной);
- пространственный порядок расположения тел и явлений;
- временной порядок течения событий;
- информационные коды элементарных частиц с нулевой массой (носителей свойств энергии);
- информационные коды элементарных частиц с ненулевой массой (носителей свойств вещества предметов и явлений природы);
- информационные коды атомов и молекул (носителей свойств химических элементов и соединений);
- отражение предметов и явлений природы;
- программы саморегуляции неживой природы.

2. Вторичные информационные сущности, возникшие в результате саморегуляции природы (информационные сущности второго рода):

- генетические программы (генетический код, геном), определяющие самоорганизацию живых организмов и биологических видов;
- закрепленные связи, определяющие функционирование биологических сообществ (биоценозов) и экосистем.

3. Информационные сущности, возникшие в результате развития живой природы (информационные сущности третьего уровня):

- информационный код мозга человека;
- нервные ощущения живых организмов;
- интеллект (мыслящая и чувственная сущность) человека и высших животных (душа, мысль, дух, личность, социо-);
- общественные сущности (экономические и социальные отношения, пр.).

4. Информационные продукты интеллекта и общества (информационные сущности четвертого уровня):

- эмоции;
- виды коммуникационного взаимодействия (языки, сообщения, изображения, пр.);
- виды мотивационного воздействия (запугивание, приманивание, вдохновение);
- знания;
- чувственные образы (информационные рефлекторные модели) реальной картины материального мира;
- план действий;
- навыки выполнения физической работы;
- способности обработки информации (выполнения умственной работы);
- устои (законы, правила, традиции, стандарты, инструкции, запреты, устои);
- искусственно выведенные виды животных и сорта растений;
- технологии (включая управленческие);
- социальные ценности;
- продукция культуры, искусства, спорта;
- компьютерные программы, программы для роботов и искусственный интеллект;
- структуры управления обществом;
- информационные изменения, вносимые человеком в ландшафты, биоценозы, экосистемы.

5. Вторичные информационные продукты интеллекта и общества (информационные сущности пятого уровня):

- производная генетическая информация от выведенных человеком биологических видов;
- информационная продукция, производимая с помощью компьютерных программ;
- результаты действия компьютерных «вирусов»;
- искусственные самоорганизующиеся системы.

6. Продукты деятельности самоорганизующихся систем.

На этом мы прерываем список, ибо далее – линия горизонта, за которой уже сегодня легко угадываются новые дали...

Таким образом, информационная реальность, имея в своей основе, по всей вероятности, единую сущностную природу, развивалась в масштабах нашей Земли в сложный многообразный мир, где ведущим исполнителем является человек, действующий в рамках общества.

Функции информационной реальности, или Еще раз о первооснове

Информационная реальность выполняет широкий спектр различных функций, обеспечивающий существование, взаимосвязь и развитие различных сущностей (объектов) материального мира.

Примечание

Признавая единство природы всех проявлений информационного начала, мы все же далее будем прибегать к некоторой условной дифференциации терминологии. Там, где подразумевается использование частных функций данной категории, будем пользоваться просто термином «информация». В тех же случаях, где речь идет о фундаментальных функциях либо свойствах, использовать термины «информационные сущностные начала», «информационная реальность».

Оперируя привычными понятиями и аналогиями материального мира, попытаемся систематизировать основные функции информационных сущностей (рис. 13.2).

Первооснова формирования и структуризации материального мира. Информационная сущность является фактически той основой, которая позволила сформироваться материальному миру. По ряду предположений информационное начало во взаимодействии с исходной потенцией природы к движению в рамках синергетического феномена образуют сначала необходимые условия существования материального мира, включая пространство, время, физические законы мироздания, а затем и другие необходимые атрибуты материальной природы: микрочастицы, макроскопические материальные объекты и другие структуры.

Средство регулирования в пространстве и времени вещественно-энергетически-информационных систем. Информация

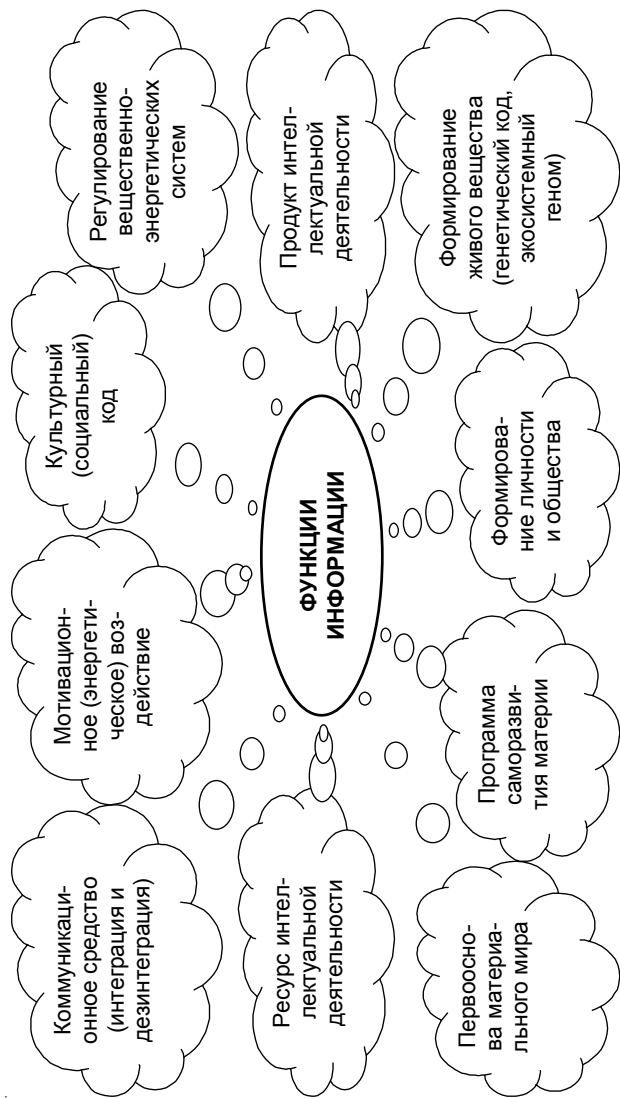


Рис. 13.2. Естественно-природные и социально-экономические функции информации

является тем ведущим фактором, который определяет состояние любой системы, включая состояние ее динамического равновесия (гомеостаза) или выход из данного состояния. В регулировании любых вещественно-энергетических потоков важна не только масса участвующих материальных факторов, но и их информационное содержание. В частности, состояние экосистемы зависит не просто от объема “прокачиваемой” через нее биомассы (энергии), но от соотношения определенных биологических видов.

Более того, большую роль играет генетическое качество (т.е. информационные свойства) биологических ресурсов.

Чем сложнее физическая или биологическая система, тем большим запасом информационного многообразия она должна обладать для обеспечения устойчивого, управляемого состояния.

Программа(ы) саморазвития материи (средство упорядоченности материальных систем во времени). Это тот Смысл, Идея, Порядок (последовательность событий), Чертеж мироздания, Код, по которым развивается природа: движутся и изменяются космические объекты, растут и развиваются живые организмы, человек и общество. Во многих источниках авторы отмечают наличие в изначальной природе не только Первопричины, но и Смысла, Цели развития. В христианстве Бог – также и цель бытия (Христианство, т. 3, 1995).

С появлением на Земле человека природе планеты была дарована возможность самой производить информационные программы-коды, которые становятся основой целенаправленного управления деятельностью. Подобные программы прошли колоссальный путь от примитивных планов, регламентирующих первые трудовые акты человека, до сложнейших автоматизированных программ, управляющих уникальными техническими комплексами, реализующих процессы жизнеобеспечения всей человеческой цивилизации.

Подробности

«Проблема 2000 года» наглядно продемонстрировала ту роль, которую играют компьютерные программы в современном обществе. Сбой только одной цифры (!) может парализовать жизненно важные узлы целых стран: снабжение водой, продуктами питания, электроэнергией; транспорт; связь, банковскую систему и т.д., и т.п.

Роль программ в современном обществе огромна. Разработка и реализация любого проекта начинается с его планирования (кстати, сами проекты часто так и называются - «программы»). Программы-планы пронизывают деятельность любого экономического субъекта от маленького предприятия и семьи - до национальной экономики. Фактически любой техпроцесс есть, прежде всего, информационная программа. В большинстве современных технических устройств важнейшим блоком (и часто наиболее дорогим) является блок управления, т.е. основа программы. К слову, в современных стиральных машинах-автоматах цена маленького электронного блока управления составляет больше половины стоимости всей машины.

К началу XXI века программный продукт превратился в один из наиболее выгодных товаров, принося производителям миллиардные прибыли. Потребители платят эти деньги, понимая, что, только освоив наиболее прогрессивные средства производства, они смогут резко повысить эффективность, что, в свою очередь, экономически чрезвычайно выгодно.

А на пороге – уже техническая осуществимость создания искусственного интеллекта и самовоспроизводство программами не только своих аналогов, но и все более совершенных систем...

Основа тела и души

Информационные сущности, составляющие автономные системы самоуправления и самовоспроизводства (биологических организмов), а также их сообщества (биоценозы, экосистемы). Именно информационные системы связывают вещественно-энергетическую субстанцию в материально-информационную сущность, действующую, реагирующую и ощущающую себя как единый организм. Ген, генетический код, геном – вот те информационные единицы, которые определяют, в конечном счете, характер биологического вида. Как известно, ни отдельный живой организм, ни даже целый биологический вид не способен жить вне сообщества с другими биологическими видами. Вместе они образуют своеобразные информационные системные единицы (биоценозы, экосистемы), которые возникали и развивались параллельно с развитием самих биологических видов.

Информационные сущности, составляющие личностное начало человека, а также формирующие общественные объединения. Если биологический организм является вещественно-

информационным существом, то личность (человек «социо»), хоть и живет в материальном теле, представляет собой уже полностью информационную систему, питающуюся исключительно информационными ресурсами (фактами, ощущениями). Его продукты также являются исключительно информационными: *реакции, эмоции, знания, художественные образы, идеи, принимаемые решения, команды к действию* и т.д. Как биоорганизмы не могут существовать обособленно вне экосистемных сообществ, так и человеческая личность не может сформироваться изолированно от общественных образований: социальных (семья, ассоциации, партии, страны и т.д.) и социально-экономических (предприятия, корпорации, консорциумы, отрасли, различные объединения производителей и потребителей). Реальный человек представляет собой симбиоз материально-информационной (человек «био») и информационной (человек «социо») сущностей. По меткому выражению Декарта, это – «единение души и тела». Значит, материально-информационную природу имеют и все перечисленные общественные образования. Соответственно, ведущим организационным и формирующим фактором является информация.

Факты публикаций

- Доукинс (Dawkins, 1989) называет тонкую структуру информации, основанную на памяти человека, мемом (*теме*, от *memory* - память). «Своеобразный бульон человеческой культуры» («The Soup of human culture») “сварен” из мемов (*memes*). Подобно генам, мемы различаются своими свойствами: долговечностью, продуктивностью, точностью воспроизводства при копировании, пр. Эволюция гена, создание мозга обеспечили среду, в которой появились первые мемы. Возникнув однажды благодаря способности к самовоспроизводству, мемы сформировали свой собственный, более быстрый вид эволюции.
- Фабер и Прупс (Faber and Proops, 1991) пошли еще дальше. Они описали формирование своеобразных аналогов генотипов для физических систем. Они выдвинули постулат об «уникальном генотипе» природной системы при развитии в ее лоне экономической системы, обладающей собственным аналогом геномов. Действительно, любая экономическая система различается такими характеристиками, как: предпочтения форм собственности, размеры и структуры экономических субъектов, преобладающие технологии, правовая система, бытующие экономические и социальные институты, пр. По выражению Й. Кёна (Kohn, 1996), эти системы экономических характеристик являются «хранилищем информации («генологией» человеческого

процесса)». Таким образом, используя вышеприведенную терминологию Дукинса, аналог «экономического гено типа» можно назвать *мемоном* (*темо*). Экономические мемоны, - делает вывод Й. Кён, - способны приспособляться к конкретным экономическим условиям (используемым технологиям, наявным ресурсам, потребительскому капиталу на единицу продукции, ценам на товары, структуре рынка и т.д.) подобно тому, как биологические виды приспособляются (используя свой потенциал) к местным био-географическим условиям путем частичного впитывания и накапливания дополнительной (зачастую не используемой) информации.

Ресурс и продукт

Первичный ресурс интеллектуальной деятельности биологических организмов и человека. Деятельность высших живых организмов строится на опережающем принципе. Сканируя (считывая) информацию (факты) из внешней среды своими органами чувств, биологические организмы прогнозируют возможную картину событий, исходя из которой строят свое поведение.

Чем выше уровень организации биологического вида, тем глубже и разнообразнее роль первичной информации в его жизнедеятельности. Для человека «социо» – это фактор формирования личностных характеристик, его духовного, эстетического и нравственного развития. Для экономики первичная информация является ресурсом получения необходимых знаний, источником идей и принципов проектирования производственных технологий и конструируемых изделий.

Продукт информационной деятельности высших биологических организмов и человека. Информационная продукция биологических организмов и человека чрезвычайно многообразна. У животных, включая человека, она начинается с реакций и эмоций, обслуживающих процессы жизнедеятельности организма и обеспечивающих состояние гомеостаза (равновесия) и метаболизма (обменных процессов).

Человек приобретает способность абстрактного мышления (рефлексии). Это значит, он может формировать информационные образы, относительно оторванные от реальной действительности, т.е. создавать «виртуальную реальность». Производимые им информационные образы выполняют социальные и экономические функции и отличаются большим многообразием.

Назовем только некоторые из них:

- эмоции;
- знания;
- художественные образы;
- идеи;
- конструктивные принципы;
- технологические решения;
- принимаемые решения;
- команды к действию.

Таким образом, используя терминологию материального производства, можно сказать, что информационная продукция может выступать в форме заготовок (например, собранных и проанализированных фактов), полуфабрикатов (идей), готовых изделий (информационных услуг, например, консультаций) или «информационных узлов» (художественных образцов) и сложных систем (технологических решений).

И информационные ресурсы, и информационные продукты могут рассматриваться в качестве самостоятельных функций информационного начала. В некоторых источниках (Иноземцев, 1999; Белл, 1999) эти две информационные сущности разделяются терминологически: первая называется информацией, вторая – знаниями.

Упомянутые ранее *программы* (включая планы разработок и компьютерные программы) также являются одной из разновидностей информационной продукции. В развитых экономических системах любой продукт становится объектом купли-продажи. Информационная продукция не является в этом исключением.

Связующее и мотивационное начало

Коммуникационное средство и инструмент интеграции и дезинтеграции объектов существующего мира. Осуществление четырех предыдущих функций стало реальным благодаря еще одной функции информации – *коммуникационной*. Объекты и субъекты поддерживают друг с другом информационную связь. Информация объединяет. Но она же при определенных обстоятельствах может разъединять, создавая непреодолимые барьеры страха, отчужденности, неприятия.

Подробности

Вряд ли можно оспорить тот факт, что для передачи любой информации животные и люди используют материальные носители: предметы и явления природы (воду, воздух, акустические или электромагнитные колебания, пр.). Однако бесспорно и другое: чтобы это произошло, и обычный объект материального мира превратился в носитель информации, необходимо наличие минимум двух живых существ, которые бы вступили в информационный контакт. И тогда с любым предметом или энергетическим импульсом может произойти чудо: безмолвная и бесстрастная материя превратится в лавину информации... и расскажет, предостережет, успокоит! Все сущее на Земле: свет, цвет, запахи, звуки, цветы, деревья, камни, облака - способно нести информацию... и быть азбукой чьего-то языка.

Практически все животные в той или иной степени используют информационные символы: одни из них привлекают (как яркие цвета бабочек, пестрое оперение птиц, пр.), другие отпугивают (клыки, жесты, движения), третьи - просто сообщают о чем-то (запахи, метки, пр.). Но, конечно, непревзойденным остается человек: он не только научился говорить, писать, читать (причем даже между строк) - но и способен использовать в качестве азбуки практически любой натуральный или подручный предмет или явление: кивок головы, жест, взгляд, звуки и даже... «цветок в окне второго этажа», который так трагически не заметил профессор Плейшнер.

Информация объединяет, информация и разъединяет. Однако чаще всего информация, разъединяя, объединяет. Ведь удивительное единство окружающего мира возможно благодаря колоссальному различию и многообразию составляющих его частей.

Средство мотивационного (энергетического) воздействия. Даже из тех примеров, которые мы привели по поводу предыдущей функции, очевидно, что информация является эффективным средством воздействия на поведение живых существ. Интересно другое: по силе воздействия, проникающего через тысячи километров и сотни лет, *слово* может быть сопоставимо с мощным энергетическим импульсом.

Слово (одна лишь весточка!) вдохновляет, воскрешает, но оно же способно «отравить», раздавить, искалечить. Любовь, чувство долга, гордость, страх способны немощное существо превратить в сказочного богатыря, а атланта – в трепещущую былинку. Известны случаи, когда в состоянии *информационного* возбуждения люди совершали поступки (поднимали огромные тяжести, производили рекордные прыжки, забеги, пр.),

которые, казалось бы, нарушали физические законы материального мира.

Ученые убеждают

- Л.В. Гнатюк, называя информацию «знаком энергетического воздействия», говорит о некоем «гравитационном поле» овеществленного языка, «энергии тяготения», об *i*-поле в человеческом обществе, притягивающем к себе те смыслонесущие структуры, для которых информация данного поля имеет значение». Впрочем, и само название книги, откуда взяты эти термины, символично - «Сознание как энергетическая сила» (Гнатюк, 1999). А вот и цитата из этой книги:

«...Что такое наша духовная жизнь, если не постоянное использование той энергии, которую таят в себе мысли? Я, получивший в свое распоряжение мысль, пользуюсь ее ритмикой, способом структурирования, т.е. теми энергетическими возможностями, которых у меня самого не было до тех пор, пока я не стал пользоваться новой мыслью как завершенным энергетическим образованием».

- Л.Н. Гумилев высказал гипотезу «пассионарности этноса» (от латинского слова *passio* - страсть). Суть ее в том, что некоторые этносы на определенный период времени (200-300 лет) входят в турбулентное (энергетически возбужденное) состояние, в котором повышается их стремление к деятельности. Причина этого явления заключается в повышении потенциала биохимической энергии на данной территории (возможно, под воздействием случайных энергетических «подхлестываний» из космоса). Носителями и генераторами пассионарности в народе являются *пассионарии* («одержимые»), т.е. активные личности, лидеры нации, которые, в конечном счете, являются носителями происходящих изменений в обществе. Свой повышенный энергетический импульс *пассионарии* передают остальным согражданам через информационные контакты (Гумилев даже использовал понятие «заразительность пассионарности»; по его мнению, она происходит благодаря особому энергетическому полю, которым обладает каждый организм, Гумилев называл его «*этническим полем*»). Приведем два примера.

Генерал Барклай де Толли-Реймар был очень толковым, очень храбрым и очень умным человеком. Именно его победный план, в конечном счете, реализовал Кутузов в войне с Наполеоном. Однако, будучи по национальности немцем, Барклай де Толли не имел того информационного контакта с русскими солдатами, который был у Кутузова. Кутузов же, использовав план своего коллеги, смог передать свою собственную пассионарность солдатам, сумел вдохнуть в них тот самый дух непримиримости к противнику, дух стойкости, который нужен любой армии (Гумилев, 1990).

Или другой пример. В Италии Суворов одержал три блестящие победы при помощи небольшого русского корпуса и вспомогательных австрийских дивизий против стойких французских войск, которыми командовали лучшие французские

генералы - Макдональд, Моро, Жубер. Причем во все победы Суворова основной вклад вносили русские солдаты. По словам Гумилева, «Суворов не смог провести ни одного своего начинания среди австрийцев и немцев», хотя те были тоже храбрые и умелые солдаты. На предыдущем примере мы убедились, что немец Барклай де Толли не смог реализовать свои очень умные начинания среди русских. «Очевидно, - делает вывод Гумилев, - «индукция пассионарности» связана с каким-то настроем, который является связующим этнос началом. Именно в этом секрет успехов Суворова: русские были Суворову понятны, и он был им понятен...» (там же).

Добавим, что энергетический импульс информации способен пронизывать пространство и время. Именно его мы ощущаем, получая весточку от близких за тысячи километров от родной земли, либо читая слово, написанное сотни лет назад нашим далеким предком.

И все же уточним. Об «энергетическом импульсе» информации можно говорить лишь условно. Сама информация не несет никакой энергии, но она способна колоссально повысить эффективность процессов, протекающих в системе. Благодаря этому высвобождается энергия, которая может быть мобилизована системой для выполнения любой из ее функций, и создается иллюзия дополнительной энергии.

Формирование организационного потенциала упорядоченности общественных структур. Данная функция созвучна с программной функцией. Однако, в отличие от нее, она не передает импульс развития, но только создает для него необходимую информационную почву (условия).

Возможными элементами формирования организационного потенциала упорядоченности могут служить этические нормы, устои, традиции, верования, обычаи, привычки, вкусы, запреты, стандарты, законы – все то, что, в конечном счете, формирует стереотип поведения данной социальной группы, или ее *культурный (социальный) информационный код*.

Да, информация играет огромную роль в регулировании поведения любой материально-информационной системы. Однако (может быть, в том заключается мудрость природы!) она не позволяет системе выйти за грани отведенных ей природой вполне материальных пределов, благодаря чему она и остается всегда **МАТЕРИАЛЬНО-информационной** системой. Скажем, на Земле всегда будут существовать ограничения безудержной техниче-

кой фантазии человека и его неумемному желанию изменить природу. *Эти ограничения человек всегда носит с собой* – ведь его тело способно существовать только в очень узких интервалах свойств вполне материальной среды.

Заметки на каждый день

- *Каждый из нас несет в себе информацию... Не столько потому, что мы все имеем фамилию, имя, отчество, адрес, размер одежды, рост и вес, сколько потому, что наши материальные тела в большей степени отличаются информацией, чем материальными субстанциями. Ведь все мы ежедневно прокачиваем через себя потоки одинаковых атомов и молекул вещества, а различаемся лишь в силу неповторимости информационных программ прокачки этого вещества.... Стало быть, здесь информация (программа) - первична, а материя (т.е. материальный состав наших организмов) - вторична...*
- *Если состояние наших материальных тел контролируется индивидуальными информационными программами, у нас есть шанс стать лучше и здоровее. Ведь на одну информационную сущность (программу управления материальным телом) можно влиять посредством другой информационной сущности - духа человека.*
- *«В здоровом теле - здоровый дух!» или «Здоровое тело есть продукт здорового духа!». Обе формулы - теоремы, которые, как и любовь, нужно доказывать каждый день...*



Глава 14

Информатика процессов развития



Вероятностные истоки свободы природы

Говоря о процессах самоорганизации систем и условиях возникновения порядка, мы ознакомились с той ролью, которую играют в процессах развития энергия и информация. Энергия обуславливает движущую силу изменений (разницу потенциалов), информация формирует организационную упорядоченность протекающих процессов.

Внимательное изучение процессов развития позволяет обнаружить удивительный факт. Энергия и информация не только взаимодействуют друг с другом – они взаимообуславливают друг друга. Несколько упрощая, можно сказать, что энергия создает информацию, а информация – энергию. Для начала попытаемся разглядеть связь между этими двумя сущностными началами. Эта связь оказалась возможной благодаря вероятностному характеру протекающих в природе процессов.

Вероятность – свойство параметров системы зависеть от случайных факторов, которые могут возникать с различной степенью вероятности. В свою очередь, вероятность – это мера возможности наступления каких-либо случайных событий при тех или иных условиях, способных повторяться неограниченное число раз. И наконец, случайной называют такую причинно-следственную связь, которая допускает при одной причине реализацию любого из множества возможных альтернативных следствий, зависящих от неопределенно большого числа разнообразных условий, не подлежащих учету и предвидению.

Таким образом, вероятность в природе неразрывно связана со случайностью. Вероятность – порождение случайных явлений. Но откуда в природе берется случайность?

Случайность – это следствие свободы, которую Природа (или Творец) предоставляет своим творениям.

История развития природы – это одновременно и история эмансипации (освобождения) предметов и явлений природы от пут жесткого детерминизма.

Как мы убедимся дальше, эволюция природы – не что иное, как наращивание (производство) природой информации. С учетом рассмотренных положений теории информации можно прочертить следующие логические связи:

- наращивание информации может происходить лишь посредством увеличения вероятности явлений природы. Только при таких условиях создаются предпосылки уменьшения вероятности реализуемых событий, что является «питательной средой» роста информации;
- вероятность может проявляться лишь в мире случайного;
- случайность – следствие свободы.

К наиболее значительным вехам формирования явления случайности можно отнести:

- свободу произвольного хаотического колебания (движения) частиц;
- свободу взаимодействия частиц;
- свободу синергетического объединения частиц в системное целое;
- свободу открытых стационарных систем реагировать на изменение условий внешней среды (осуществлять механизмы обратной связи);
- свободу системам изменяться самим и изменять внешнюю среду;
- свободу бифуркационных трансформаций системы;
- свободу природы осуществлять отбор наиболее эффективных состояний системы.

Вероятность с наибольшей очевидностью раскрылась в термодинамике. Здесь на первое место выходит не энергия, а энтропия.

Примечание

Именно в термодинамике, которая смогла разглядеть в процессах рассеивания тепла необратимость природных явлений, могла возникнуть теория, основанная

не на детерминистических законах механики, а на законах статистики. В механике нет места случайности: одна причина - одно следствие. Статистика имеет дело со случайностями, с вероятностным миром. Событие может произойти, а может и не произойти. Закономерность вероятностных процессов проявляется в мире больших чисел, где только и может проявляться тенденция большей вероятности по отношению к вероятности меньшей.

Открытия термодинамики ознаменовали революцию в естествознании. Они словно освободили природные явления от пут жесткого детерминизма классической механики. Если первое начало термодинамики (о сохранении энергии) еще относилось к абсолютно строгим законам, то второе начало – строилось исключительно на статистическом учете вероятностных величин. Напомним, в нем идет речь о неизбежности безвозвратных потерь (рассеивания) энергии, или о более вероятном переходе тепла от более нагретого тела к менее холодному, чем в обратном направлении.

О вероятностной научной революции

Открытия термодинамики показали, что мир вероятностен. События зависят от стечения случайных неопределенных обстоятельств. До этих открытий мир представлялся грандиозным часовым механизмом, который однажды был заведен и следует сравнительно простым законам. После открытия второго начала термодинамики явлениям природы была дарована свобода вероятности. События могут сбываться или не сбываться. Правда, первый и второй исходы, как правило, имеют разную степень вероятности. Она и определяют ту железную закономерность, которая проявляется через ряд случайностей.

Открытием второго начала термодинамики природе была «дарована» свобода *вероятности*.

Примечание

Статистические законы срабатывают лишь в макромире, т.е. в мире больших чисел. Здесь случайное маловероятное (нестандартное) поведение какой-либо «непослушной» молекулы ничего не решает. Эта «нестандартность» будет с лихвой

скорректирована (компенсирована) стандартным (т.е. более вероятным) поведением других молекул, которых могут быть миллионы или миллиарды. В мире больших чисел статистические законы «большой вероятности» начинают срабатывать с неотвратимой закономерностью. Но важно еще и другое: даже на фоне этой железной закономерности всегда существует, пусть только теоретическая, возможность, что с ничтожно малой вероятностью (может быть, одна миллионная, триллионная или биллионная) все молекулы поведут себя нестандартно. И тогда может произойти маленькое чудо (которое, впрочем, для вероятностного мира - не так уж и чудесно), и, например, тепло сможет самопроизвольно перейти от менее нагретого тела к более нагретому.

Чтобы представить, насколько вероятностен характер, в частности, поведения молекул газов, достаточно задуматься над степенью случайности движения, например атомов азота N_2 .

Молекулы азота могут двигаться поступательно по трем направлениям – они имеют три степени свободы поступательного движения. Они могут вращаться вокруг двух осей, перпендикулярных линиям связи двух атомов. Это две степени свободы вращательного движения. Наконец, атомы, связанные в молекуле, могут колебаться вдоль связи – химическая связь ведет себя подобно пружине. Одна колебательная степень свободы. Кроме того, электроны молекулы характеризуются набором возможных значений энергии, подобно электронам в атоме.

Таким образом, энергия молекулы (а следовательно, и вероятность ее отклонения от среднего значения) состоит из четырех вкладов – поступательного, вращательного, колебательного и электронного (Волькенштейн, 1986):

$$E = E_{\text{пост}} + E_{\text{вр}} + E_{\text{кол}} + E_{\text{эл}}. \quad (14.1)$$

Значение каждого из перечисленных энергетических импульсов носит вероятностный характер, хотя квантовая механика позволяет вычислить эти вклады с высокой точностью. И, наконец, вероятностный характер имеет взаимодействие молекул друг с другом.

Возрастание энтропии в необратимом процессе означает возрастание вероятности состояния. Неупорядоченное состояние более вероятно, чем упорядоченное. Тому можно привести много примеров. Выравнивание температур двух тел уничтожает тепловой потенциал. При смешении газов или жидкостей нарушается порядок разделения соответствующих веществ.

Если из баллона выпустить газ, он займет гораздо больший объем пространства. Это тоже ухудшение упорядоченности. Но и вероятность такого состояния гораздо выше. Говоря научным языком: менее упорядоченное состояние имеет больший статистический вес, так как оно может быть реализовано большим числом способов, чем упорядоченное.

Предметы в вашей комнате, офисе или на кухне постепенно приходят в неупорядоченное состояние. Это результат случайных перекладываний. Подобный случайный характер носят самопроизвольные процессы засорения угодий или эрозии почв в сельскохозяйственном производстве.

Все перечисленные процессы увеличения беспорядка – результат случайных (хотя и закономерных изменений), а не организованной деятельности. Но вот обратные процессы – увеличение упорядоченности – потребуют уже целенаправленного приложения сил. Разумная деятельность человека направлена на преодоление разупорядоченности. Вероятность процессов самопроизвольного упорядочения значительно ниже. Можно допустить, что брошенная впопыхах папка или ручка лягут сразу «на свое место». Но такое случается крайне редко. Гораздо чаще нам, к сожалению, приходится специально наводить порядок в комнате. Вероятность увеличения беспорядка несоизмеримо выше вероятности формирования порядка.

Все плохое приходит само собой, все хорошее надо готовить.

Как видим, при объяснении процессов упорядочения систем на первый план выходит уже не детерминистический закон сохранения энергии (первое начало термодинамики), но статистический (вероятностный) закон (второе начало) самопроизвольного возрастания энтропии (невозможности вечного двигателя второго рода).

Аргументы ученого

А.В. Волькенштейн: «Невозможность вечного двигателя второго рода определяется его *невероятностью*. В частности, для его реализации необходимо, чтобы все молекулы определенного объема самопроизвольно скопились бы в одной из его половин. Вероятность подобного события оценивается исчезающе малой величиной (дробью, числитель которой единица, а знаменатель имеет показатель

степени $2,7 \cdot 10^{19}$). Между тем для нарушения второго начала требуются именно такого рода события - сжатие газа без производства над ним работы.

Открытия создателей статистической физики - Больцмана и Гиббса - ознаменовали научную революцию, прорыв в совершенно новую область.

Новизна состояла именно в вероятностном, а не абсолютно точном характере статистических законов. Мы говорили, что невозможно, чтобы чайник с водой, опущенный в ведро с водой, закипел, а вода в ведре замерзла. Да, невозможно, но лишь потому, что такое - более чем странное - событие не исключено совсем. Однажды в непомерно большом числе опытов оно может произойти. Иными словами, редко (очень редко!) энтропия может самопроизвольно убывать, а не возрастать.

В классическом курсе статистической механики, написанном Джозефом Майером и его женой Марией Гепперт Майер, обсуждению этих вопросов предшествует эпиграф:

«Как, никогда?» «Да, никогда».

«Как, никогда?» «Ну, вряд ли когда-нибудь».

(Волькенштейн, 1986)

Если даже поведение физической термодинамической системы носит недетерминированный характер, то любой живой организм является еще более вероятностной системой. Дело в том, что все физические и химические законы, которыми определяются существование и функционирование организмов, основаны на статистике и поэтому приближительны.

Энергия и энтропия — претензии на престол(!)

Теперь нам предстоит переосмыслить содержание *энтропии*. Ранее, говоря об *энтропии*, мы констатировали, что это — *мера необратимого рассеивания энергии*, т.е. неизбежных ее потерь. В первой половине XX века в обиход вошла фраза «Царица мира и ее тень». Было опубликовано несколько книг с таким названием. Их авторами, в частности, были Ф. Вальд и Б. Ауэрбах. Под этими яркими метафорами скрывались *энергия* и *энтропия*. Роль царицы, конечно же, отводилась энергии. И в этом была своя правда жизни. Все, что происходит в мире, связано с превращением одних видов энергии в другие (Волькенштейн, 1986).

Однако в этом была лишь часть правды. Ибо можно сформулировать иную мысль: «Энергия необходима лишь для умень-

пения энтропии». Мир развивается лишь в силу того, что возможно снижение энтропии. Именно его обслуживает энергия, производя работу. Так кто же кому служит?

Ученый убеждает

В 1945 году один из творцов квантовой механики Э. Шредингер опубликовал маленькую книгу под названием «Что такое жизнь». Книга стала важным событием и в физике, и в биологии, так как в ней рассмотрены основные положения термодинамики живых, т.е. открытых стационарных систем. Приведем слова Шредингера, в которых он дает определение жизни.

Э. Шредингер: «Что же... составляет драгоценное нечто, содержащееся в нашей пище, что предохраняет нас от смерти? На это легко ответить. Каждый процесс, явление, событие - назовите это, как хотите, - короче говоря, все, что происходит в природе, означает увеличение энтропии в той части мира, где это происходит. Так и живой организм непрерывно увеличивает свою энтропию - или, говоря иначе, производит положительную энтропию и таким образом приближается к опасному состоянию максимальной энтропии, которое представляет собой смерть. Он может избежать этого состояния, т.е. оставаться живым, только путем постоянного извлечения из окружающей среды отрицательной энтропии, которая представляет собой нечто весьма положительное, как мы сейчас увидим. Отрицательная энтропия - вот то, чем организм питается. Или, чтобы выразить это менее парадоксально, существенно в метаболизме то, что организму удается освобождать себя от всей той энтропии, которую он вынужден производить, пока он жив (Шредингер, 1999).

Энергия необходима лишь для уменьшения энтропии.

Итак, в ходе своего существования и развития открытые стационарные системы импортируют из окружающей среды отрицательную энтропию (т.е. порядок) и экспортируют положительную энтропию (т.е. беспорядок).

В вышеприведенном примере питание отрицательной энтропией означает выделение из организма большего количества энтропии (беспорядка), чем поступает в организм. Стационарное состояние поддерживается посредством оттока энтропии.

Примечание

Примером импорта/экспорта системой порядка/беспорядка является увеличение потребления современными предприятиями из природной среды ресурсов и удаление в среду отходов производства, которые природа «вынуждена»

восстанавливать до исходного состояния. В частности, «авторство» восстановления чистого кислорода, жизненно необходимого современной цивилизации, принадлежит исключительно природе.

Как видим, речь идет не о притоке-оттоке энергии, а об изменении энтропии. Сравнительно простое для восприятия понятие – энергия – заменяется на довольно сложную абстрактную величину – энтропию. Ее даже прибором нельзя измерить, а можно лишь рассчитать, сопоставив друг с другом ряд параметров.

Есть ли смысл все-таки говорить не об *энергии*, а об *энтропии*? Зачем заменять то, что можно ощутить (энергию), на то, что не только невозможно почувствовать, но и вообще трудно представить? Принципиально ли это? Увы, да.

Энтропийные показатели способны отразить глубину и сложность природных процессов, которые не способны уловить энергетические показатели. С известной долей условности можно сказать, что величина энтропии обладает, по сравнению с энергией, дополнительной размерностью, которая могла бы быть названа «информационной глубиной» или «шкалой информационного качества» происходящих процессов. Это объясняется рядом обстоятельств.

Во-первых, показатели поступления энергии в систему (энергетический баланс прихода-расхода) равным счетом ничего не говорят об итоговых процессах упорядочения системы. Количественная оценка изменения энергии в системе не характеризует качество происходящих в системе процессов. В частности, «валовые» показатели текущего изменения энергии в системе не отражают структуру ее использования, а именно: соотношение диссипативной, жизнеобеспечивающей, компенсационной и трансформационной составляющих. Одно дело – если поступающая энергия эффективно будет использоваться системой на ее упорядочение и накопление свободной энергии, и другое – если вся она будет уходить только на поддержание существующего гомеостаза (т.е. фактически только на выживание системы). Не исключены даже случаи, когда результатом поступления энергии в систему могут оказаться деструктивные процессы лавинообразного характера. Например, избыточное поступление энергии с горючими веществами, которое может вызвать пожар или взрыв, ведет к деструкции (разрушению) системы. И наоборот,

в нормальных условиях масса и запас энергии, например человеческого организма, остаются постоянными. При этом энергия не возрастает, а энтропия уменьшается.

Во-вторых, даже учет баланса энергии по отдельным ее составляющим не может в полной мере охарактеризовать содержание происходящих процессов в рамках каждой из составляющих. Вне поля зрения остается эффективность использования энергопотоков в локальных пространственно-временных участках деятельности системы.

Ведь одинаковые (даже по эквиваленту свободной энергии) единицы различных видов энергии могут привести к различным конечным результатам информационного упорядочения состояния системы – что мы далее проиллюстрируем на примере. Показатели энтропии способны уловить это различие, энергетические параметры – нет.

Дело в том, что энергетические показатели отражают лишь способность, потенцию к совершению работы. Чтобы воплотиться в конкретный результат – увеличение упорядоченности системы, энергия должна быть соединена с внутренними (эндогенными) факторами самой системы. При этом решающее значение приобретают алгоритмы реализации (использования) энергетических импульсов в пространстве и времени. В частности, незначительное изменение вектора направленности энергетических потоков или рассинхронизация во времени на несколько долей секунды взаимодействия потоков энергии различной направленности может привести к существенному изменению конечного состояния системы. Теоретически возможный перепад значений параметров состояния системы в результате таких изменений может составлять несколько порядков (т.е. отличаться в десятки, тысячи, миллионы раз, вплоть до бесконечности). Эти значения могут вообще поменять свой знак на противоположный. Скажем, вместо прогресса результатом развития системы может оказаться деградация, или наоборот. А фирма, вместо успеха и сверхприбылей, получить убытки и банкротство.

Пример

Проиллюстрируем приведенные выкладки на примере экономической системы. Для экономической системы деньги являются квазиэквивалентом энергии.

Наличие свободного капитала на фирме - очень важная предпосылка возможного роста предприятия. Но это всего лишь предпосылка, а не гарантия успеха. Конечный результат зависит от множества решений и действий по использованию имеющихся средств. Эти решения и действия затрагивают: во-первых, направления использования (инвестирования) капитала, в частности, сферы экономической деятельности; во-вторых, способы дозирования во времени денежных вложений. Существенным моментом является также то, что конечный результат будет зависеть от множества экономических, социальных, природных факторов, определяемых будущим состоянием внешней среды, которое в полной мере предвидеть просто невозможно.

Ошибка реализации квазиэнергетических потоков (капитала) в пространстве или времени чревата значительными прямыми или косвенными потерями экономической сферы (рост упущенной выгоды, дополнительные затраты, убытки). Выбор ошибочных сфер и параметров деятельности (номенклатуры, объема производства, технологической основы, рынков реализации, поставщиков, пр.) либо временного порядка внесения средств может обернуться вообще потерей всего инвестируемого капитала. Например, сумма денег может быть вложена в убыточную сферу; купленный сухогруз может затонуть; банк, в котором хранились деньги, - «лопнуть»; компания, акции которой приобретены, - разориться; сельскохозяйственное производство, на которое была сделана ставка, - уничтожено наводнением. Не меньшую степень риска несет и фактор времени: «не вовремя оплатил», «не тогда продал или купил», «несвоевременно посеял», «опоздал изготовить», «оказался позже конкурентов» и т.д.

Квазиэнергия - капитал, который, в принципе, является залогом подъема экономической системы, может превратиться в предпосылку ее краха. И чем больше объем исходной энергетической (квазиэнергетической) потенции, тем выше возможность успеха и... риск неудачи.

Экономический взлет от краха могут отделять всего один: *шаг, доллар, день, час* и даже *миг*, - определяющие пропасть между *энергией* и *энтропией*.

Увы, эта пропасть может стать линией раздела между экономическим подъемом страны и вечным прозябанием экономики, утопающей в лишних деньгах и сотнях тысяч полудостроенных-полуразрушенных объектов, называемых «незавершенным строительством», и миллионами людей, ютящихся в конурках, называемых квартирами.

В-третьих, энергетические показатели фиксируют своеобразную статику состояния, в то время как энтропийные могут отразить и результат ее динамики. О чем идет речь?

Изменение энергетических показателей (энергобаланс системы) может однозначно охарактеризовать изменение состояния системы только в одном случае - если уровень гомеостаза и внутреннее содержание глубинных процессов жизнедеятельности системы остаются неизменными (обязательным условием явля-

ется также поддержание стабильности параметров внешней среды). Это значит, что неизменной должна оставаться энтропия, производимая внутри системы. То есть в системе должен сохраняться порядок. Или (что то же самое) информационная упорядоченность системы должна поддерживаться на стабильном уровне. Техническая система должна сохранять свой КПД; экономическая – производственную мощность и производительность труда каждого работающего.

Лишь при таком предположении можно однозначно сказать, что поступление определенной порции энергии в систему приведет к эквивалентному улучшению ее состояния, т.е. количество свободной энергии в системе увеличится пропорционально росту поступающей в систему энергии. Например, предприятие, увеличившее объем инвестиций, может ожидать пропорционального роста объема прибыли. И наоборот, снижение поступления энергии в систему будет сопровождаться эквивалентным снижением запаса свободной энергии.

В реальных условиях следует считаться с самопроизвольным увеличением внутренней энтропии. Порядок не может сохраняться сам собой. Помещения захламляются, оборудование изнашивается, люди устают выполнять монотонную работу и начинают давать сбой. На предотвращение роста внутренней энтропии тоже должна расходоваться часть свободной энергии. Эти изменения могут уловить лишь энтропийные показатели.

Литературное отступление

Очень метко «бегущее состояние» системы отражено Льюисом Кэрролом в его известной сказке (а фактически, завуалированном научном труде) «Алиса в Зазеркалье»:

«- У нас, - сказала Алиса, с трудом переводя дыхание, - когда долго бежишь со всех ног, непременно попадешь в другое место.

- Какая медлительная страна! - сказала Королева. - Ну, а здесь, знаешь ли, приходится бежать со всех ног, чтобы только остаться на том же месте! Если же хочешь попасть в другое место, тогда нужно бежать, по меньшей мере, вдвое быстрее!» (Кэрролл, 1985).

Впрочем, чтобы ощутить воздействие энтропии, не обязательно прибегать к сказочным примерам. Вся наша жизнь – это сплошной пример преодоления разрушающего действия энтропии. Кто-то из известных сказал: «Кто не идет вперед – идет

назад. Стоячего положения нет». Энтропия напоминает движущийся вниз эскалатор. Чтобы его преодолеть, продвигаясь вверх, нужно опережать темпы скатывания вниз.

Наши знания, навыки, привычки быстро устаревают. Постоянно изменяющаяся жизнь требует новых подходов, методов, жизненного стиля. Чтобы не отстать от жизни, нужно меняться вместе с ней. Чтобы опережать события и обгонять время, нужно опережать энтропию.

О вероятностном «мостике» между энтропией и информацией и демоне Максвелла

Связь энергии с информацией смог впервые доказать Больцман (1872), и этой связкой стала энтропия. Что такое рост энтропии? Это переход системы из менее вероятного состояния в более вероятное (например, переход тепла от более нагретого тела к менее нагретому). Таким образом, энтропию можно считать мерой вероятности пребывания системы в данном состоянии: чем больше энтропии, тем более вероятно ее состояние. Или иначе: чем более вероятно состояние, тем большей величине энтропии оно соответствует.

Но ведь вероятность также одна из ключевых характеристик информации. Чем менее вероятно сообщение, тем больше информации оно несет. В частности, чем менее вероятна новость, тем она более сенсационна. При полной определенности новая информация отсутствует.

Примечание

Действительно, много ли информации несет жителям США или Германии скучное сообщение о том, что «в ближайшие полгода подача электроэнергии тепла и воды будет осуществляться своевременно и без перерывов во все учреждения страны»? А как учащенно в ряде случаев заставляет биться сердца граждан нашей страны эта же фраза - своей информативностью, скрытой экспрессией и емкостью смысла.

Таким образом, мы можем объединить две вышеприведенные смысловые посылки:

«энтропия – количественная мера вероятности» и

«вероятность – количественная мера информации» –

в одну: «энтропия – количественная мера информации». Остается установить зависимость: меньшему значению энтропии (меньшей вероятности системы), соответствует больший объем информации, фиксирующей данное состояние. Что же касается количественного выражения такой зависимости, то о нем мы поговорим ниже.

Следовательно, если система переходит через стохастические (вероятностные) флуктуации из более вероятностного (уравновешенного с окружающей средой) состояния в менее вероятностное (более неравновесное с окружающей средой), энтропия падает, а информационное содержание системы увеличивается. Стало быть, повышение организованности системы – не что иное, как увеличение ее информативности. Вероятность состояния системы – мост между энтропией и информацией.

Со снижением вероятности информация увеличивается, а энтропия снижается.

Научное отступление

Чтобы яснее стало значение информации, рассмотрим деятельность гипотетического идеального существа, получившего название «демон Максвелла». Идею такого существа, нарушающего второе начало термодинамики, Максвелл изложил в «Теории теплоты», вышедшей в 1871 г. «Когда частица со скоростью выше средней подходит к дверце из отделения А или частица со скоростью ниже средней подходит к дверце из отделения В, привратник открывает дверцу и частица проходит через отверстие. Когда же частица со скоростью ниже средней подходит к дверце из отделения А или частица со скоростью выше средней подходит к дверце из отделения В, дверца закрывается. Таким образом, частицы большей скорости сосредоточиваются в отделении В, а в отделении А их концентрация уменьшается. Это вызывает очевидное уменьшение энтропии. Если соединить оба отделения тепловым двигателем, мы, как будто, получим вечный двигатель второго рода.»

Может ли действовать «демон Максвелла»? Да, если получает от приближающихся частиц информацию об их скорости и точке удара о стенку. Это и дает возможность связать информацию с энтропией (Горелов, 1998).

Попытаемся теперь подробнее обосновать связь энергии и информации.

Количественные величины энтропии и информации оцениваются практически одинаковыми формулами, в основе которых – логарифмическая зависимость.

В частности, опуская подробности, можно сказать, что согласно формуле Хартли, количество передаваемой *информации* (в битах) определяется величиной:

$$I = \log N \text{ (либо } I = 0,7 \ln N),$$

где N – количество сообщений, или возможных состояний системы.

Согласно же формуле Больцмана, величина *энтропии* термодинамической системы определяется зависимостью:

$$S = k \ln W,$$

где k – постоянная Больцмана, а W – так называемый статистический вес состояния системы; он равен числу способов осуществления данного состояния.

На этом совпадения не заканчиваются. Одну из величин, характеризующую количество информации, которую несет i -й знак сообщения, Шеннон вообще назвал *энтропией*:

$$(I_i = -N \sum_{i=1}^m p_i \cdot \log_2 p_i,$$

где N – количество знаков в сообщении, а p_i – вероятность появления i -го знака. Впоследствии эта величина получила название *энтропия Шеннона*.

Итак, важнейшая информационная характеристика системы, у которой параметры ее состояния носят вероятностный характер, названа *энтропией*. Но *энтропией* же называется также один из важнейших параметров, характеризующих энергетическое состояние системы. Случайно ли это?

Нет. Ведь энергетическое состояние системы самым непосредственным образом связано с вероятностным распределением состояний элементарных частиц, из которых состоит любая система. А как мы только что убедились, эта эта характеристика является информационным параметром.

Сходство *информации* и *энтропии* не случайно. Как уже было сказано, энтропия является мерой неупорядоченности системы. Это можно трактовать в качестве меры недостатка информации по упорядочению. Связь информации с энтропией особенно ярко показана на примере действия демона Максвелла, описанного в начале данного подраздела.

Аргументы ученого

М.В. Волькенштейн: «Дополняемость информации и энтропии означает, например, что при испарении жидкости исчезает информация о местонахождении молекул в определенной части пространства - в сосуде. Происходит эквивалентное возрастание энтропии. Информация о нахождении молекул в сосуде превращается в информацию о корреляциях между положениями и скоростями молекул в газе, возникающими при их соударениях. Но это уже не информация. Это энтропия» (Волькенштейн, 1986).

Можно сказать и иначе: поступление информации в систему увеличивает ее упорядоченность и снижает ее энтропию.

Откуда берется информация

Несколько упрощая, можно сказать, что *информация* – это то, что делает один предмет или явление отличным от другого. Именно с этим свойством информации связаны, в частности, подходы к ее определению на основе категории различия, степени многообразия или степени свободы движения (изменения). Внимательное изучение информационного начала, впрочем, убеждает, что эти подходы не противоречат друг другу, но лишь высвечивают разные грани данной глубинной категории, взаимодополняя общую ее картину.

Исходя из вышесказанного, можно говорить, что информацией может обладать лишь что-то, что имеет хоть какие-то отличительные особенности.

Подробности

Теперь уместно задуматься, чем может отличаться один предмет или одно явление от другого. Подобными отличительными свойствами могут быть: форма, размер, пропорции, структура, цвет, запах, какие-либо физические или химические характеристики (например, твердость, эластичность, теплопроводность, электропроводность, пр.), либо параметры изменения определенных свойств во времени (в частности, способность к колебательному или вращательному движению и т.д.). Все эти свойства - результат различных энергетических потенциалов, позволяющих системе изменяться в одних направлениях пространства или периодах времени и не изменяться в других. Например, форма - это результат энергетической способности тела удерживать определенную структуру; цвет зависит от энергетической способности тела по-разному отражать различные спектральные диапазоны видимого света и т.д.

Напомним в сокращенном виде определение потенциала, которое мы дали ранее. Потенциал - это наличие у определенного объекта физико-химических свойств, создающих возможность выполнить работу. Эту работу осуществляют любые предметы (обязательно расходуя при этом энергию) для поддержания своих отличительных свойств.

Информацию формирует закрепленная памятью разница энергетических потенциалов предметов и явлений.

Подобные различительные потенциалы и их ограничительные пределы формируют упорядоченность различных систем и их элементов. Эта упорядоченность передается различными степенями свободы движения отдельных элементов и всей системы в целом.

Идентификационность (отличительность) появляется у элементов рассматриваемого множества лишь тогда, когда они начинают различаться. Отличительные свойства могут быть заданы (в чем мы убедились раньше) только различием энергетических потенциалов каждого элемента из рассматриваемого множества.

По мере возникновения различия между элементами (разницы энергетических потенциалов) возникают предпосылки упорядоченности системы. Они будут реализованы лишь тогда, когда возникнет порядок, определяющий взаимосвязи в пространстве и времени элементов множества. Эти два условия: энергетические потенциалы, формируемые различием отдельных элементов, и пространственно-временной порядок взаимосвязи между ними – создают возможность движения энергии и вещества внутри рассматриваемого множества. Если оба упомянутых условия закрепляются памятью, т.е. начинают воспроизводиться многократно, можно говорить о том, что множество элементов начинает превращаться в систему. Все это – т.е. энергетический потенциал и пространственно-временной порядок его реализации – и есть то, что называется упорядоченностью системы, или ее информацией.

Анализируя процесс возникновения информации по мере упорядоченности системы, на наш взгляд, уместно остановиться на нескольких наиболее важных моментах.

Первое – возникновение энергетического потенциала. В упорядоченном состоянии системы некогда однородные (равновесные) элементы обретают энергетические потенциалы, отличающиеся от соответствующих параметров остальных элементов внешней среды. Это может произойти, скажем, в результате случайных флуктуаций.

Благодаря данным энергетическим потенциалам, элементы получают возможности определенного движения относительно остальных элементов среды. Можно сказать, что элементы системы обретают реальные степени свободы взамен потенциальных, т.е. получают потенциалы движения, ограниченные вместе с тем определенными пределами.

Примечание

В данном случае под движением подразумевается не только и даже не столько механическое перемещение, сколько универсальная способность изменяться. А это включает также электромагнитные, акустические, химические и другие виды реализации энергетического потенциала.

Таким образом, элементы получают возможность практически реализовать часть степеней свободы из числа потенциально возможных (но не реализуемых в состоянии полного равновесия).

Подчеркнем одну важную деталь: на начальных стадиях развития системы из равновесного множества однородных элементов степени свободы обусловлены главным образом величиной формируемых (возникающих) энергетических потенциалов. Это же является и главной причиной возникающих ограничений. Элементы могут изменяться (двигаться) настолько, насколько хватает их потенциалов.

По мере усиления индивидуальных потенциалов отдельных элементов все большую роль в ограничении их степеней свободы будут играть не собственная потенция, но ограничения, исходящие от других элементов – так называемые связи. Можно сказать, что по достижении некоторой степени развития системы, элементы могут изменяться (двигаться) настолько, насколько им позволяют степени свободы других элементов.

Таким образом, информация на начальных этапах самоорганизации систем возникает за счет эмансипации отдельных элементов природы, т.е. обретения ими степеней свободы. Значения

степеней свободы, а вместе с ними и объем информации, характеризующей каждый отдельный элемент, могут убывать по мере усиления связей в системе, т.е. сил взаимодействия отдельных элементов между собой (в чем мы убедимся далее).

Примечание

Представляется уместным обратить внимание на одну примечательную деталь. Информация рождается из разницы энергетических потенциалов. Причем, чтобы стать информацией, эта разница должна воспроизводиться (рождаться) постоянно. Это обеспечивается памятью системы.

Именно так, согласно христианскому учению, происходит «предвечное рождение» Бога Сына (Слова-Логоса) от Бога Отца, который рассматривается как первопричина, или «первичная потенция», творения сущностного мира. От него же - Бога Отца - исходит Святой Дух, который, соединяясь со Словом, реализует креативную способность природы, создавая ее творения.

Второе – формирование количественного значения информации. Количество информации, которым обладает любое состояние системы, обусловлено двумя ключевыми факторами: во-первых, числом возможных направлений изменения системы (n); во-вторых, параметрами количественных значений изменений по каждому из направлений (m). Фактически речь идет о векторе энергетического потенциала (n) и о его количественном значении (m).

Выполненный анализ позволяет подойти к пониманию еще одной важной характеристики, влияющей на величину информации, – вероятностной оценке рассматриваемого потенциала. Дело в том, что именно она является своеобразным итогом действия двух рассматриваемых характеристик. Как правило, чем выше значение энергетического потенциала, тем меньшему значению вероятности оно соответствует.

Попробуем проанализировать изменение информации в системе на графике (рис. 14.1). Согласно исходной формуле оценки информации, ее величина изменяется по логарифмической зависимости от количества способов изменения состояния системы.

Крайняя правая точка (N_0) сопряжена с начальным состоянием развития системы (система полностью «разобрана» на однородные, находящиеся в равновесии элементы). Этому состоянию соответствует максимальное число возможных изменений ($M_0 = M$), однако реализация их невозможна из-за нулевого энер-

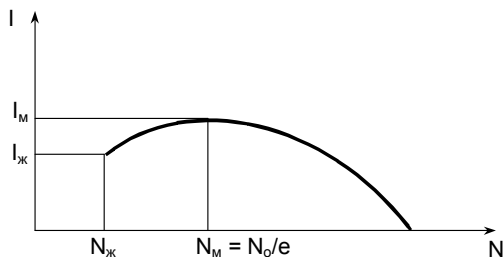


Рис. 14.1. Зависимость количества информации от числа возможных изменений систем

гетического потенциала (это соответствует максимальной вероятности состояний $p_1 > \max$).

Крайняя левая точка на графике ($N_{ж}$) сопряжена с максимальной степенью зарегулирования системы (система наиболее жестко управляема). Данному состоянию соответствуют минимальные вероятностные значения пребывания системы в данном состоянии – последнее не стоит путать с вероятностью определения, или предсказания, данного состояния.

Хотя энергетические потенциалы реализации изменений в данном состоянии максимальны, число направлений, по которым могут быть реализованы изменения, минимально. Это происходит потому, что поведение каждого элемента практически жестко детерминировано, регламентировано (подчинено) общему порядку изменения всей системы в целом.

Примечание

Утрата отдельными элементами (например, биологическими особями в стае или человеческими индивидами в коллективе) своей индивидуальной степени свободы в пользу жесткого порядка системы оборачивается и потерей части информации отдельными элементами. Это, в частности, может быть следствием утери индивидами части своей идентичности (подавление отличительных индивидуальных особенностей), снижение универсальности, гипертрофирование уровня специализации (замыкание на выполнение чересчур узких функций).

Максимальной информацией система обладает в точке $N_{м} = N_0/e$ (e – натуральное число). В данной точке происходит оп-

тимальное сочетание возможных направлений изменений с потенциалом реализации данных изменений, и наблюдаются максимальные степени свободы отдельных элементов.

Примечание

В условиях социальных систем (или биологических систем социального типа) можно говорить, что свобода (интересы) отдельных индивидов (особей) лучшим образом сочетается с общим порядком системы (общественными интересами).

Области изменений состояний системы, прилегающей к точке N_m , свойственны также максимальные возможности продуцирования новой информации. Индивидуальная свобода отдельных элементов является благоприятной «средой» возникновения случайных недетерминированных изменений.

Третье – дальнейшая эволюция системы. Если снова вернуться к графику зависимости количества информации от числа возможных изменений системы (рис. 14.2), то на основании анализа точки $N_{ж}$ можно добавить следующее. Данная точка, соответствующая максимальному уровню зарегулирования системы, является одновременно и точкой исчерпания потенциала развития данной системы. Дальнейшая эволюция системы может идти только путем ее интеграции с другими подобными системами посредством образования более сложных систем, куда бы названные структуры входили в качестве первичных эле-

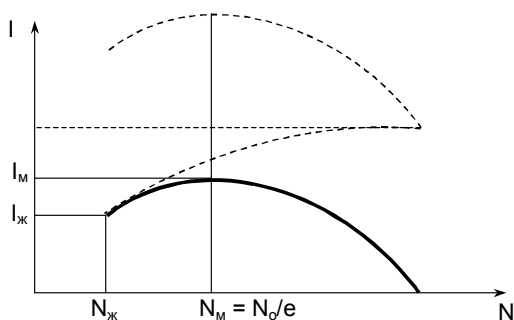


Рис. 14.2. Гипотетический характер эволюции образовавшейся системы в качестве отдельного элемента новой системы

ментов. Процесс формирования системы как бы начинается снова на более высоком уровне. Видимо, именно так из одноклеточных организмов образовывались более сложные системы – организмы, в которых клетки уже утрачивают самостоятельную роль, выполняя узкие функции, обусловленные жесткой программой организма. Условно начало процесса интеграции прежних систем в новую более сложную систему показано на графике пунктирной линией.

Данный скачок информации при возникновении нового интеграционного процесса развития природы также знаменует новый процесс эмансипации природы, так как возникновение на новом уровне новой, более сложной системы означает и появление у неё более высокой (на порядок) степени свободы.

Четвертое – информация и память системы. Реализовать образовавшиеся энергетические потенциалы (степени свободы) элементы смогут лишь при условии, что они (потенциалы) сохранятся относительно продолжительный период времени. В противном случае появление и исчезновение кратковременных потенциалов может рассматриваться в качестве обычной случайной флуктуации. Таким образом, о какой-либо упорядоченности элементов (их степенях свободы), создающей информацию, можно говорить лишь при условии, если эта упорядоченность будет относительно устойчивой, т.е. продолжающейся во времени. Эта устойчивость обеспечивается *памятью системы*. Именно память системы позволяет фиксировать и воспроизводить определенное состояние системы, а следовательно, и информацию, связанную с этим состоянием.

Роль памяти системы заключается не только в том, что она позволяет зафиксировать состояние элементов при их изменении, условно говоря, по вертикали (т.е. от более вероятного состояния в менее вероятное), но и при отборах по горизонтали (т.е. среди состояний, характеризующихся одинаковой вероятностью).

Примечание

Так русло реки фиксирует одно из многих возможных ее течений; особь наследует определенный набор возможных наборов признаков своих родителей; из огромного множества равновероятных комбинаций нот композитор фиксирует одну, которая становится мелодией.

Пятое – носители памяти. Носителями памяти (информации) являются материальные системы, которые возникли на предыдущих стадиях эволюции природы. Таким образом, процесс ее развития представляет собой своеобразный «многослойный пирог». Любая материальная система рождается на основе формирования информационной основы (программы). А информационная основа требует для своего формирования наличие материальной сущности.

Информация – нематериальна, но не может существовать без материальных носителей информации.

Примечание

В частности, любой биологический организм - это прежде всего уникальная информационная программа, реализующаяся на основе генетического кода. Его возникновение стало возможным лишь благодаря существованию в природе нуклеиновых кислот, на молекулах которых (ДНК и РНК) записывается необходимая генетическая информация. Именно ген в течение всей жизни является информационным регулятором потоков вещества и энергии, которые ежемоментно воспроизводят процессы каждой открытой стационарной системы под названием «биологический организм». Появление генетических информационных программ сделало возможным возникновение нового класса материальных структур, называемых живым веществом. В живом веществе на основе мозга возникла новая информационная сущность - «интеллект». Интеллект создал новые материальные носители памяти (книги, магнитные записи, компьютеры). На основе их в наши дни рождается новая информационная сущность - единый разум Земли. Возможно, именно его В.И. Вернадский имел в виду, вводя понятие так называемой сферы разума - ноосферы.

По всей вероятности, подобные закономерности чередования материальных и информационных начал присутствуют в процессах возникновения материально-информационных систем на более ранних этапах эволюции природы. Речь идет о формировании элементарных частиц – носителей энергии и элементарных частиц – носителей вещества; на основе этих первых двух начал сформировались новые информационно-материальные сущности – молекулы, а затем – макроскопические объекты. Точный же ответ на вопрос: «Что было раньше: яйцо или курица (информация или материя)?» – можно найти лишь

у истоков той сущности, которую одни условно, другие конкретно называют именем «Творец».

Вышесказанное позволяет сделать следующие выводы:

• *Информация возникает вследствие эмансипации* (повышения степеней свободы) *элементов природы*. Это может происходить в следующих формах:

- *обретения* элементами природы энергетических потенциалов, обуславливающих отличие одних элементов от других (при этом каждый элемент приобретает определенный объем информации);
- *интеграции* элементов природы и их степеней свободы в единую систему; в результате объединения энергетических потенциалов и их ограничений появляются новые системные свойства, не присущие ни отдельным элементам, ни их сумме (этот прирост информации условно назовем эмерджентной компонентой);
- *интеграции* образовавшихся систем (субсистем) в более сложные системные образования (системы), имеющие более значительные степени свободы по сравнению с субсистемами.

• *Информация, означающая порядок, поступает в систему извне* (из внешней среды), *т.е. из природы*. Туда же (т.е. во внешнюю среду) система экспортирует беспорядок (энтропию). При разрушении системы происходит обратный процесс: информация возвращается в среду (природу), а энтропия возвращается в систему.

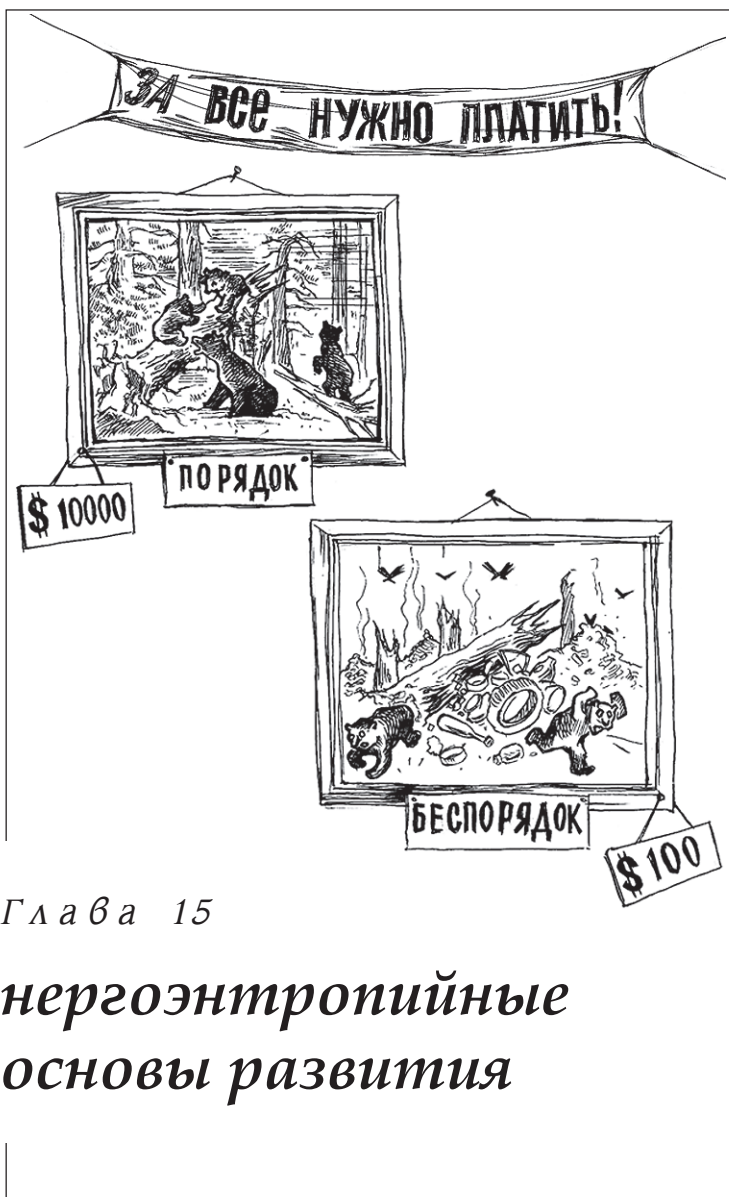
• *Память системы является обязательным условием формирования информации*. Лишь в сочетании реальных степеней свободы (энергетических потенциалов движения) элементов природы со свойствами этих элементов, позволяющими фиксировать во времени эти степени свободы, могут появиться необходимые и достаточные факторы возникновения информации.

• *Носителями памяти являются материальные системы*, которые возникли на предыдущих стадиях эволюции природы.

Все вышеперечисленные моменты реализуются в креативных процессах формирования и трансформации любых материально-информационных сущностей, которые возникают в природе. В этом мы убедимся в следующих разделах книги.

Заметки на каждый день

- *Все в мире подвержено энтропии, т.е. разрушению: порядок имеет обыкновение нарушаться, машины - разрушаться (приходить в негодность, изнашиваться), знания и навыки - устаревать.*
- *Жизнь - это бег наперегонки созидания с разрушением. Развитие - это когда созидание опережает разрушение.*
- *Великие цитаты: «Все плохое приходит само собой, все хорошее нужно организовывать», «Кто не идет вперед, идет назад - стоячего положения нет!».*
- *В чем все же достоинство энтропии - она учит постоянно обновляться: в силе, знаниях, навыках, мировоззрении, привычках. Заставляет бежать наперегонки со временем и опережать его.*



Глава 15

Энергоэнтропийные основы развития



Об отрицательной энтропии и законах энергоэнтропии

В предыдущей главе мы убедились, что увеличение порядка связано со снижением энтропии в системе. Собственно, энтропия и является мерой беспорядка системы.

Эрвин Шредингер, лауреат Нобелевской премии, один из создателей квантовой механики, первый объяснивший феномен жизни, исходя из статистической теории наглядно обосновал связь энтропии со статистической концепцией упорядоченности и неупорядоченности. Для этого он использует открытую Больцманом и Гиббсом количественную зависимость:

$$\text{энтропия} = k \cdot \lg D,$$

где k – так называемая постоянная Больцмана, равная $3,2983 \cdot 10^{-24}$ калорий на градус Цельсия, D – количественная мера неупорядоченности атомов в рассматриваемом теле.

Аргументы ученого

«Дать точное объяснение величины D в кратких и неспециальных терминах почти невозможно. Неупорядоченность, которую она выражает, отчасти заключается в том, что атомы и молекулы разного сорта смешиваются чисто случайно вместо того, чтобы быть полностью разделенными.

Изолированная система... увеличивает свою энтропию и более или менее быстро приближается к инертному состоянию максимальной энтропии...

Как в терминах статистической теории выразить ту удивительную способность живого организма, с помощью которой он задерживает переход к термодинамическому равновесию (смерти)? Выше мы сказали: “Он питается отрицательной энтропией”, как бы привлекая на себя ее поток, чтобы компенсировать этим увеличение энтропии, проводимое им в процессе жизни, и таким образом поддерживать себя на постоянном и достаточно низком уровне энтропии.

Если D - мера неупорядоченности, то обратную величину $1/D$ можно рассматривать как прямую меру упорядоченности. Поскольку логарифм $1/D$ есть то же, что и отрицательный логарифм D , мы можем написать уравнение Больцмана таким образом:

$$-(\text{Энтропия}) = k \lg(1/D).$$

Теперь неуклюжее выражение «отрицательная энтропия» можно заменить более изящным: энтропия, взятая с отрицательным знаком, есть сама по себе мера упорядоченности» (Шредингер, 1999).

Живые организмы питаются *отрицательной энтропией*.

Эти выкладки были приведены Шредингером в 1943 г. в Тринити-колледже в Дублине на лекции, конспект которой был издан в 1945 г. в Великобритании. В 1947 г. Л. Бриллюэн предложил назвать показатель энтропии с отрицательным знаком «негэнтропией» (Алексеев, 1983). *Негэнтропия* может трактоваться как объем информации, которой располагает система, или мера упорядоченности системы.

В частности, если из строительных материалов собрать дом, а из деталей – автомобиль, то энтропия этих систем уменьшится, а упорядоченность (и, соответственно, информация, которой обладает система) возрастет. Если дом или автомобиль снова разобрать на «запчасти», энтропия увеличится, а упорядоченность (информация) уменьшится.

Примечание

Не следует рассматривать процесс изменения упорядоченности системы как некоторое единовременное действие, после чего, скажем, часть энтропии исчезает, а на ее месте появляется информация. В реальных условиях ситуация скорее напоминает процесс, моделируемый известной школьной задачей: «из одной трубы течет, а в другую - вытекает...» Причем оба процесса идут одновременно и постоянно. В зависимости от того, темпы какого процесса оказываются выше, мы имеем дело с прогрессивными или деградационными изменениями в системе.

Даже в вышеприведенном примере сборки дома и автомобиля процесс разрушения (роста энтропии) в конкретной системе начинается, едва появляются на свет соответствующие структуры: строение начинает ветшать, автомобиль - разрушаться. Чтобы этого не происходило, необходимо затрачивать энергию или труд на поддержание систем в работоспособном состоянии.

Процессы разрушения системы многообразны. Условно можно выделить три основных направления, по которым идут процессы увеличения энтропии (разрушения) в системе:

тепловое – когда система снижает эффективность функционирования, не изменяя своей структуры и качества выполняемых функций (увеличиваются энергозатраты на выполнение единицы работы);

структурное – когда происходит нарушение структуры (изменяется структурное построение системы), система может «терять» часть выполняемых функций и/или ухудшать качество их выполнения;

информационное – когда при сохранении структуры системы нарушаются связи между ее звеньями; в результате ухудшается качество выполнения функций отдельными подсистемами системы.

В соответствии с указанными направлениями часто выделяют и три вида *энтропии*: тепловую, структурную и информационную. Подчеркнем условность указанного деления энтропийной активности системы. Ведь эти процессы тесным образом взаимосвязаны и взаимозависимы. Внешнее проявление того или иного процесса является лишь одной из форм единого процесса роста энтропии. Затормозить, остановить или направить его вспять можно, лишь прикладывая дополнительную энергию, которую система может взять из внешней среды через процессы метаболизма.

Метод исследования балансов изменения *энергии* и *энтропии* получил название *энергоэнтропика* (Алексеев, 1983).

Подробности

В рамках метода на основе теоретических положений термодинамики сформулированы пять ключевых законов энергоэнтропика.

1-й закон энергоэнтропика - закон сохранения энергии: ни одна материальная система не может развиваться или функционировать, на потребляя энергии ΔE , которая расходуется на совершение работы W , на изменение внутренней энергии системы ΔU и на рассеяние тепла в окружающую среду $Q_{o.c.}$:

$$\Delta E = \Delta U + W + Q_{o.c.} \quad (9.1)$$

2-й закон энергоэнтропика - закон возрастания энтропии: реальные изолированные макроскопические системы стремятся самопроизвольно перейти из менее вероятного состояния в более вероятное или из более упорядоченного в

менее упорядоченное (при отсутствии сил, препятствующих этому), т.е. их энтропия может только возрастать. Поскольку энтропия в состоянии равновесия системы, достигнув максимума, больше не изменяется, скорость ее возрастания в этом состоянии равна нулю.

Однако в некоторых случаях достижению системой равновесного состояния препятствуют какие-то внешние условия (теплоизоляция холодильного шкафа, герметизация баллонов со сжатым газом и т.п.). Тогда она приходит в состояние стационарно неравновесное, характеризующееся минимальным значением скорости возникновения энтропии при данных внешних условиях. Это положение было впервые сформулировано в 1947 г. И. Пригожиным и названо принципом *минимума возникновения энтропии*.

В уточненном виде рассмотренный принцип формулируется так: из всех устойчивых стационарных состояний системы, допускаемых граничными условиями, законами переноса и сохранения, а также 2-м законом, реализуется состояние с минимальным производством энтропии.

Именно этот принцип лежит в основе реализации отбора наиболее эффективных состояний системы, нашедших отражение в 5-м законе.

3-й закон энергоэнтропика - закон уменьшения энтропии открытых систем при прогрессивном развитии: энтропия открытых систем в процессе их прогрессивного развития уменьшается за счет потребления энергии от внешних источников.

При этом энтропия систем, служащих источниками энергии и негэнтропии (например, Солнца), возрастает. В связи с этим можно сказать, что любая упорядочивающая деятельность осуществляется за счет расхода энергии и роста энтропии внешних систем и без такового вообще происходить не может.

Таким образом, этот закон как бы противоположен 2-му закону, но не противоречит ему, поскольку относится не к самопроизвольно изменяющимся изолированным системам, а к системам, над которыми производится та или иная организующе-упорядочивающая деятельность.

4-й закон энергоэнтропика - закон предельного развития материальных систем: материальные системы (природные, технические и др.) при прогрессивном развитии, т.е. при совершенствовании, достигают характерного для каждой совокупности внешних и внутренних условий предела, который можно выразить максимальным значением соответствующего вида негэнтропии. Это значение отсчитывается от некоторого нулевого или же максимального значения какого-то критерия эффективности развития или функционирования систем, например коэффициента полезного действия (КПД).

5-й закон энергоэнтропика - закон преимущественного развития, или закон конкуренции: в каждом классе материальных систем преимущественное развитие получают те, которые при данной совокупности внутренних и внешних условий достигают максимального значения негэнтропии или максимальной энергетической эффективности (КПД, удельной производительности, долговечности, надежности и т.п.) (Алексеев, 1983).

Еще раз о балансе: на этот раз — энергоэнтропийном

Построение энергоэнтропийного баланса основывается на анализе изменения величины энтропии системы. Изменение энтропии открытой стационарной системы складывается из двух составляющих:

- энтропии, производимой внутри системы; она обусловлена процессами самопроизвольного разупорядочения системы (процессы износа, расстройки, пр.) и является всегда положительной величиной;
- изменения энтропии, связанного с вещественно-энергетически-информационным обменом между системой и внешней средой; энтропия изменяется в результате обмена со средой как непосредственно энергией, так и веществами; ведь энтропия зависит от состояния вещества – вместе с веществом энтропия поступает в систему или выводится из нее.

Таким образом, состояние системы формируется из двух факторов: энтропии, производимой внутри системы, и изменения энтропии, обусловленного внешним обменом. Знак алгебраической суммы этих двух величин может быть положительным, отрицательным или равным нулю. Иными словами, приток энтропии в систему может быть больше, меньше ее оттока или равным ему. Граничное состояние системы будет достигаться тогда, когда производство энтропии внутри системы будет в точности компенсироваться оттоком энтропии за счет ее обменной составляющей.

Такое условие может быть названо необходимой предпосылкой устойчиво неравновесного, или стационарного, состояния системы. Именно в этом случае значения указанных энтропийных составляющих будут равны по абсолютной величине, но иметь противоположные знаки.

Снижение же энтропии будет достигаться лишь в том случае, если отток энтропии будет превышать ее образование внутри системы. Подчеркнем, что рассмотренные условия являются лишь *необходимыми* предпосылками пребывания системы в соответствующих состояниях.

Почему же это не обеспечивает и *достаточных* предпосылок? Да потому, что рассмотренные условия могут оказаться результатом фиксации двух разделенных во времени состояний системы.

Примечание

За период между начальной и конечной фиксацией времени система может многократно изменять свои состояния. В частности, система может претерпевать постоянное, притом абсолютно беспорядочное чередование уменьшения и увеличения энтропии. Подобное состояние не может быть названо ни устойчивым, ни упорядоченным.

Что же нужно, чтобы достичь *достаточных* предпосылок определенного состояния системы? Необходимо одномоментное выполнение указанных условий. В частности, в стационарном с нулевым производством энтропии (условно назовем его *устойчивым*) состоянии система будет находиться тогда, когда в каждый из моментов определенного периода времени производство внутренней энтропии будет сопровождаться снижением энтропии за счет обменных процессов с внешней средой.

Таким образом, при формировании энергоэнтропийных балансов чрезвычайно важным моментом является учет фактора времени. Теперь мы можем сформулировать *необходимые и достаточные* предпосылки обеспечения *устойчивого стационарного* состояния. Это будет происходить, если на протяжении определенного периода времени будет соблюдаться следующее условие: в любой из бесконечно малых периодов времени прирост энтропии будет равен 0 ($ds/dt = 0$).

Предпосылкой же устойчивого прогрессивного развития будет условие снижения прироста энтропии за такой же бесконечно малый отрезок времени ($ds/dt < 0$). В этом случае в системе начнет накапливаться *свободная энергия* для ее прогрессивных трансформаций.

Устойчивое стационарное состояние системы достигается тогда, когда за бесконечно малый период времени не происходит прироста энтропии.

Примечание

Прогрессивность развития не противоречит стационарности состояния системы. Более того, стационарность является одним из необходимых условий прогрессивного развития.

Данный энергоэнтропийный баланс своей глубиной существенно отличается от представленного ранее энергетического баланса. Главное отличие, что здесь уже представлена *временная переменная* (!). Это означает переход от термостатики (каковой является, несмотря на свое название, классическая термодинамика) к реальной динамике (кинетике).

Принципиальное отличие упомянутых двух подходов заключается в том, что термодинамика (термостатика) рассматривает равновесные процессы. Предполагается, что подобные процессы протекают очень медленно, т.е. так, чтобы на каждом этапе достигалось равновесие. Вышеприведенные же формулы относятся к неравновесным процессам. Тем самым они означают приближение к реальности – ведь равновесных процессов в природе не бывает.

Что говорит энергоэнтропийный баланс о порядке и беспорядке?

При исследовании энергоэнтропийных процессов важно не только раскрыть характер энергоэнтропийного баланса, но и проанализировать содержание факторов, влияющих на сами процессы.

С очень большой долей условности факторы, влияющие на величину производства энтропии в системе, можно свести к двум основным причинам:

- а) несовершенству внутренней упорядоченности системы;
- б) деятельности системы по производству *негэнтропии*, т.е. переработке вещества, энергии и информации с целью извлечения из импортируемых потоков порядка, или отрицательной энтропии (в частности, свободной энергии, обеспечивающей этот порядок).

Таким образом, диссипативную функцию (т.е. фактически функцию ресурсных затрат) системы можно представить функцией двух условных параметров:

- а) уровня неупорядоченности системы;
- б) уровня продуктивной активности системы; т.е. деятельности, направленной на увеличение упорядоченности (переработка субстанций, извлекаемых из внешней среды, прогрессивная перестройка системы, пр.).

Примечание

Анализ рассматриваемой функции, пожалуй, - один из тех немногочисленных случаев, когда реализация теоретического обобщения гораздо сложнее его практической интерпретации. Поэтому обсуждаемые моменты проще объяснить на конкретном примере.

Если говорят, что страна или предприятие потребляют много энергии - это еще не свидетельствует об их высокой производственной активности. Например, Украина занимает одно из первых мест в Европе по потреблению газа и одно из последних по производству ВВП. Весь секрет в том, что на долю «технологической» составляющей приходится, по оценкам специалистов, лишь 20-30% потребляемого топлива, а остальные 70-80% - это результат «отопительной» составляющей. Иными словами, львиная доля газа расходуется не на производство, а на отопление зданий и сооружений, в том числе производственного назначения. В первом приближении эти две цифры (70-80% и 20-30%) могут дать представление о влиянии двух условных параметров (степени *неупорядоченности* и степени *продуктивной активности*) на диссипативную активность экономической системы в целом.

При желании «технологическая» составляющая может быть подвергнута дальнейшему анализу. Не секрет, что по уровню энергоемкости наши технологии значительно превышают лучшие зарубежные образцы. По ряду производств превосходство последних достигает кратности в несколько раз, а иногда и в несколько порядков. Например, уже сегодня на лучших предприятиях химической индустрии в ряде производств применяются эндогенные технологии. Это значит, что там, где наши предприятия для производства единицы продукции вынуждены затрачивать значительные количества энергии, у их зарубежных аналогов производство точно такой же продукции не только не требует энергии, но и позволяет вырабатывать ее излишек, который можно использовать для производственных или бытовых целей.

Следовательно, часть энергии технологического назначения также может объясняться высокой степенью *неупорядоченности* производственной системы (низким уровнем производства). И лишь та ее часть, которая соответствует мировым стандартам энергоемкости, может считаться реальным показателем степени *продуктивной активности*.

Расход системой энергии зависит от двух факторов: беспорядка в системе и ее активности.

Таким образом, один и тот же показатель – диссипативная активность системы – может одновременно характеризовать и негативную, и позитивную стороны одного явления – деятельности системы. Лишь глубокий факторный анализ того, что

называется динамическим состоянием системы, позволит как бы разложить единую характеристику диссипативного потока на ее условно негативную и позитивную составляющие, т.е. компоненты, обусловленные неупорядоченностью системы и ее продуктивной активностью соответственно.

От каких же факторов зависит степень неупорядоченности системы? Или можно сказать иначе: какие факторы определяют степень упорядоченности системы? Эти факторы можно объединить в две основные группы: уровень структурной упорядоченности и уровень функциональной упорядоченности.

Уровень структурной упорядоченности характеризует совершенство информационного построения (конструирования) системы, что подразумевает: определенный уровень сложности и иерархического построения; совершенство технологических идей, заложенных в конструкцию системы и деятельность ее подсистем; надежность внутрисистемных связей; сложность информационной программы управления процессами функционирования системы в пространстве и времени; возможность адаптации к изменениям внешней среды, пр.

Уровень функциональной упорядоченности характеризует совершенство процессов функционирования системы, степень реализации ее возможностей в реальном времени и пространстве. Иными словами, это то, что ассоциируется со словами «порядок» и «беспорядок» в работе системы.

Обе группы указанных факторов являются информационными по своей сути.

Примечание

Различие указанных групп факторов можно продемонстрировать на следующих примерах. Высокий уровень структурной упорядоченности системы не всегда означает, что система функционирует совершенным образом, что в ней присутствует порядок. Она может быть неотлаженной, неотрегулированной и работать в режиме, далеком от ее возможностей. То есть сама идея организации системы хороша, но ее конкретное воплощение далеко от совершенства.

Можно сказать и другое. Функциональное совершенство системы не гарантирует высокого уровня ее упорядоченности. В частности, структурно неупорядоченные системы, даже доведенные до функционального совершенства, не могут подняться выше потолка, ограниченного низким потенциалом (например КПД). Последний как раз и характеризует итоговый уровень упорядоченности (или же неупорядоченности) системы.

Хотя в итоге уровень упорядоченности зависит от обеих групп факторов, ведущим является уровень структурной упорядоченности. Как правило, чем более высоким уровнем структурной упорядоченности обладает система, тем более высокий потенциал повышения эффективности она имеет. Уровень функциональной упорядоченности отражает лишь степень приближения системы к ее идеалу эффективности в рамках существующего уровня структурной упорядоченности. Примитивные системы не в состоянии иметь высокий КПД даже при условии их совершенной работы. Сложные системы в принципе имеют более высокий уровень эффективности, хотя труднее добиться их идеальной отлаженности.

Еще раз подчеркнем, что внутренне производство энтропии, обусловленное продуктивной деятельностью системы, косвенно характеризует и внешнеобменную составляющую производства энтропии системой. Ведь внешний обмен может активно осуществляться только при интенсивной внутренней деятельности системы. Интенсификация последней активизирует и производство энтропии. Поэтому можно сказать, что внешняя деятельность системы по производству негэнтропии является функцией продуктивной диссипативной активности.

За порядок нужно платить

Теперь задумаемся, от чего зависит удельный (ежемоментный) прирост отрицательной энтропии (негэнтропии), которого система достигает благодаря обмену с внешней средой.

Не будем утомлять читателя сложными выкладками, скажем лишь, что он прямо пропорционален объему ресурсов (веществ, энергии, информации), поступающих в систему в единицу времени, и обратно пропорционален параметру, характеризующему достигнутый уровень информационной упорядоченности. Что это за показатель? Как трактовать его присутствие в энергоэнтропийном балансе?

В первом приближении место данного показателя в знаменателе означает, что поддержание более высокого уровня организации системы обходится более дорогой ценой. Действительно, чем более высокий уровень производства, тем выше затраты на

его поддержание. Никто не станет возражать, что компьютеризация производства, его автоматизация и облагораживание обходятся не дешево. Затраты на содержание подобного производства значительно выше, чем на обслуживание кустарной мастерской.

Другое дело, что и отдача от высокоорганизованного производства обычно намного выше, чем от примитивного.

Во-первых, благодаря росту объема производства. Он может значительно опережать увеличение объема затрат ресурсов. В итоге удельные издержки снижаются – повышается эффективность производства.

Во-вторых, повышение уровня производства, как правило, позволяет повысить качество выпускаемой продукции, что дает возможность продавать ее по более дорогой цене. С физической точки зрения это равнозначно увеличению притока в систему свободной энергии в расчете на единицу реализуемой продукции.

В-третьих, повышение информационной упорядоченности производства обычно не может не сказаться на качестве технологических процессов. С одной стороны, уменьшаются удельные расходы ресурсов на единицу продукции. Но самое главное, это может существенно изменить характер (свойства) и структуру потребляемых ресурсов. В частности, менее совершенные (отходные, экологически вредные, материалоемкие, малонасыщенные энергией и информацией) «субстанции» могут замещаться более совершенными аналогами. В частности, может вообще снизиться потребность в целом ряде ресурсов (субстанций).

Примечание

На предприятии подобные процессы могут проявляться в том, что объем реализации продукции растет, а «прокачиваемое» через предприятие количество сырья и материалов, наоборот, снижается.

Более сложный, напичканный электроникой и спецоборудованием автомобиль оказывается значительно более экономичной системой. Хотя работа любого дополнительного оборудования требует соответствующих затрат энергии, выгоды информационного усложнения системы обгоняют рост энергозатрат.

Высокоорганизованное производство дороже примитивного, зато позволяет выпускать более дешевую продукцию.

Приведенные выкладки в принципе справедливы для любой физической системы. Повышение уровня информационной упорядоченности системы способствует повышению уровня эффективности системы. Последнее является одной из предпосылок ее прогрессивного развития. Напомним, что подобное развитие будет происходить, если отток энтропии из системы (приток негэнтропии) будет превышать производство энтропии внутри системы.

Синонимичны ли термины «динамическая система» и «изменяющаяся система»!

Обратим теперь внимание на очень важный аспект: динамику системы и то, от чего зависят ее изменения. Практически все системы, которые существуют в природе, являются динамическими, в отличие от статических систем, которые рассматриваются в теории. В чем отличие этих двух типов систем?

Динамическая система – это система, состояние которой зависит от динамических факторов, т.е. тех, параметры которых могут изменяться во времени.

Соответственно, *статической системой* можно считать систему, состояние которой зависит от статических факторов, т.е. тех, параметры которых не изменяются во времени.

Понятие *динамическая система* не тождественно понятию *изменяющаяся система*. Динамическая система может изменяться, но может и не изменяться. Например, экономическое состояние любого предприятия зависит от огромного количества параметров (цен на ресурсы, цен на выпускаемую продукцию, котировок акций, курсов валют и т.д.). Все эти характеристики, в принципе, изменяются во времени. Но это отнюдь не означает, что не может случиться период (например несколько дней), когда эти характеристики по какой-то причине «застынут» на месте, т.е. будут оставаться более-менее постоянными. В это время относительно стабильным будет оставаться и финансовое состояние предприятия.

Стабильность (т.е. неизменяемость) динамической системы наблюдается тогда, когда действия разнонаправленных факторов, от которых зависит состояние системы, оказываются

уравновешены между собой. Изменения динамической системы свидетельствуют о том, что в системе существует неуравновешенность (в частности, несимметричность) действия факторов, от которых зависит состояние системы.

Размер изменений состояния системы зависит от воздействующего импульса. **Воздействующим импульсом** (от лат. *impulsus* – толчок, побуждение) можно считать побудительную *причину*, вызывающую изменение системы.

Примечание

Например, для экономической системы (предприятия) подобным побудительным импульсом может оказаться скачок (или же падение) спроса на выпускаемую продукцию, рост (падение) цен на тот или иной ресурс. Каждая из этих причин может обусловить изменения в системе. Например, стимулировать рост объема производства, заставить сократить производство, отказаться вообще от выпуска определенного вида продукции, перейти на новую технологию с целью замены дефицитного ресурса, пр.

Значение воздействующего импульса зависит от двух характеристик: во-первых, величины фактора, вызывающего изменение в системе; во-вторых, продолжительности времени действия данного фактора.

В динамической системе величина фактора, вызывающего изменение, является результирующей действия многих изменяющихся во времени параметров. При этом могут изменяться и количественные значения параметров, и направления их действия.

Примечание

Например, в механике мерой одномоментного импульса действия силы является *количество движения*. Данный показатель для материальной точки определяется произведением ее массы на скорость движения. Количество движения - величина векторная, направленная так же, как скорость точки. Под действием силы количество движения точки изменяется в общем случае и количественно, и по направлению.

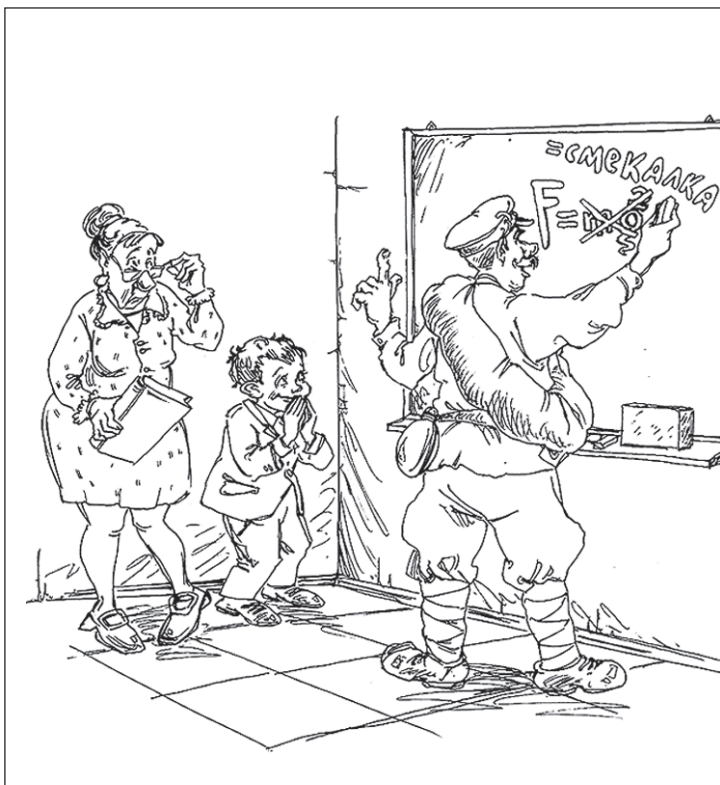
На уровне системы в целом результирующим фактором, вызывающим изменения в системе, можно считать разницу между притоком и оттоком негэнтропии системы (или, что то же самое, оттоком и притоком энтропии системы). Это и есть при-

рост негэнтропии, или информации, которой обладает система. Отнесенная к единице времени, эта величина характеризует темпы прироста негэнтропии (информации) в системе.

В том случае, если рассматривается экономическая система (например, предприятие), показатель отражает прирост прибыли за единицу времени. От чего зависит этот показатель? Конечно, от дохода, который получает предприятие по каждому виду товаров, объему ресурсов, которые оно успевает пропустить через себя, спроса на каждый из видов продукции (последнее определяет их цены и рентабельность).

Заметки на каждый день

- *Нельзя экономить на воспроизводственной системе, т.е. системе, которой предстоит вас многократно кормить, обогревать, одевать - и в узком, и в расширенном смысле. Нельзя экономить на здоровье - это заставит многократно платить за лекарства, а главное, потерять качество жизни. Нельзя экономить на теплоизоляции дома - через щели и тонкие стены уйдет на отопление весь ваш семейный бюджет, да еще и здоровье. Нельзя экономить на детях - ведь вкладывая в них, вы оплачиваете свою беззаботную старость.*
- *Великая поговорка: «Жадный два раза платит, ленивый два раза делает».*
- *Великий афоризм. Англичане говорят: «Я не настолько богат, чтобы покупать дешевые вещи».*



Глава 16

*Чему учит
энергоэнтропийный
баланс*



Большого результата можно достичь меньшими затратами

Анализ энергоэнтропийного баланса и условий прогрессивных изменений в системе позволяет сформулировать ряд выводов.

Темпы увеличения упорядоченности системы зависят от двух факторов: темпов производства энтропии внутри системы и темпов отвода энтропии из системы.

Примечание

Здесь и ниже в качестве полных смысловых эквивалентов мы будем использовать сочетания: отвод энтропии, производство отрицательной энтропии, производство негэнтропии, производство информации, упорядочение системы, увеличение упорядоченности.

Можно сформулировать условия прогрессивного развития таким образом: темпы увеличения упорядоченности в системе будут: *тем выше, чем выше приток негэнтропии* извне (при неизменном уровне производства энтропии внутри системы), или *тем выше, чем меньше производство энтропии* внутри системы (при неизменном притоке негэнтропии в систему).

Из данных базовых условий вытекает ряд следствий.

Возможен одинаковый результат при разных затратах. Итоговый результат – уровень упорядоченности системы – оценивается разностью двух параметров: притока негэнтропии извне и производства энтропии в системе. Эта разница не изменится, если каждый из упомянутой пары параметров увеличится/уменьшится в определенное число раз или на определенную величину.

Примечание

Если прирост негэнтропии обозначить величиной η , а производство энтропии в системе s , то можно записать, что: $k \cdot \eta - k \cdot s = \eta - s$ (где k - любой произвольный множитель). Или: $(\eta + \Delta t) - (s + \Delta t) = \eta - s$ (где t - любое произвольное число).

Идентичность левой и правой части приведенных равенств справедлива лишь с математической точки зрения, так как обеспечивается одинаковый конечный результат. Между тем ситуации, представленные в левой и правой части равенства, значительно различаются своим внутренним содержанием. Левая часть характеризует менее эффективное состояние системы по сравнению с правой. Причем, чем больше множитель k , тем менее эффективно состояние системы по сравнению с состоянием, которое описывается в правой части равенства. Ведь поддержание порядка, эквивалентного состоянию, обозначенному правой частью уравнения, обходится значительно дороже. Так как потери (диссипация) энергии в k раз выше, приходится затрачивать работы в k раз больше.

Частные следствия: поддерживать порядок выгоднее, чем его наводить, или не сорить лучше (эффективнее), чем убирать.

Поддерживать порядок дешевле, чем его наводить.

Большой результат можно обеспечить меньшими затратами. Логика рассмотренных выше примеров можно продолжить дальше. Левая и правая части в приведенных двух равенствах равны между собой. Между тем, возможны варианты, когда увеличение притока негэнтропии в систему будет сопровождаться опережающим ростом производства энтропии в системе.

Примечание

Воспользовавшись условными обозначениями приведенного выше примера, можно представить следующую частную ситуацию: $4\eta - 3s < 2\eta - s$ (где цифровые коэффициенты означают кратность превышения соответствующего параметра над минимально возможным значением производства в системе энтропии s).

Частный вывод: увеличение притока негэнтропии (например, энергии) в систему не гарантирует адекватного роста упо-

рядоченности системы. Часто маленький энергетический импульс может совершить более значительную работу, чем большой, при условии правильной реализации импульса.

«Сила есть – ума не надо» – закон не корректный.

Комплексное управление притоком негэнтропии и упорядоченностью обеспечивает более эффективное функционирование системы. Управление каждым из названных факторов автономно (в отрыве от другого) не может гарантировать положительно-го результата.

Примечание

Какой смысл наращивать приток энергии в систему, если не решены вопросы внутренней упорядоченности системы? Увеличение поступления энергии в систему (как это видно из предыдущего следствия) может даже активизировать процессы дезорганизации в системе (увеличение функции диссипации). В частности, дополнительный приток свободных средств в экономическую систему (страну или фирму) может спровоцировать процессы разворывания денег и связанные с этим явления деградации и разращения социальной среды.

Дополнительный приток энергии в систему может способствовать ее прогрессивному развитию лишь при условии устойчивого характера упорядоченности системы, т.е. при неизменном уровне ее состояния или даже опережающем его совершенствовании.

Можно ли смекалкой заменить ресурсы!

Выше мы убедились, что одинакового результата можно добиться, обеспечив приток негэнтропии в систему, либо улучшив внутреннюю упорядоченность системы (это значит, повысив уровень упорядоченности и/или снизив степень неупорядоченности). Но первое – это чаще всего энергетический параметр, а второе – информационная характеристика.

Таким образом, в известных пределах информацией можно компенсировать недостаток энергии либо вещества.

Примечание

На использовании данного принципа основана известная солдатская смекалка. Именно находчивость (а это значит, опыт и навыки нелинейного мышления) позволяют солдату компенсировать нехватку определенных вещей или ресурсов имеющимися под рукой подсобными материалами (которые специально не предназначены для данных функций), либо вообще обойтись без ряда материалов, изменив выполняемые функции.

Темпы притока негэнтропии в систему зависят от двух факторов: потока и движущей силы. Поток характеризует количество соответствующей «субстанции» (вещества, энергии, информации), которое проходит в единицу времени через условную единицу, характеризующую размер контакта системы с внешней средой (например, единица площади, параметры коммуникационных связей, пр.) в расчете на единицу потенциала. Движущая сила характеризует значение соответствующего потенциала (разность температур, удельные разности концентраций, разности электрических потенциалов, разности в денежных единицах между спросом и предложением по определенному товару, пр.).

Примечание

Формально (с физической точки зрения) движущая сила (разница потенциалов) является причиной возникновения потоков. Роль этой зависимости действительно велика. Именно разница потенциалов формирует интенсивность потоков вещества, энергии и информации как в систему, так и из нее. Однако в действительности в реальных процессах имеет место более сложный характер зависимости. Дело в том, что и свойства потоков способны влиять на параметры движущей силы. Вспомним, как в гидравлике меняется напор в зависимости от консистенции прокачиваемых жидкостей, а в экономике спрос зависит от особенностей повара.

Следует подчеркнуть, что результирующий показатель негэнтропии, поступающей в систему, является интегральной величиной, учитывающей множество потоков. Эти потоки формируют приток и отток различных энергосодержащих агентов, которые условно могут быть названы «субстанциями». Речь идет о множестве параллельных потоков, в том числе имеющих противоположную направленность: одни – из системы, другие – в систему.

Примечание

Ранее мы говорили о том, что подобная картина напоминает школьную задачу о бассейне с двумя трубами, «через которые втекает и вытекает...». Однако в действительности ситуация может оказаться значительно сложнее. Дело в том, что указанные два процесса, символизирующие созидание и разрушение, могут быть совмещены в единой точке пространства-времени, являясь различными взаимобусловленными сторонами одного и того же явления.

Так, характер и свойства ресурсов, поступающих в экономическую систему (предприятие, технологическую линию, пр.), обуславливают характер и свойства отходов, «вытекающих» из системы. Реальной иллюстрацией этого положения являются те 95-97% отходов веществ, которые возвращаются современным производством в природу, притом в более токсичном и агрессивном виде, чем тот, в котором их подарила природа. К сожалению, лишь 3-5% состава извлеченных из недр ископаемых полезно используются в производстве. Ясно, что предварительное обогащение или очистка ресурсов положительно сказывается и на обратном потоке отходов из производства.

Соответственно, характер используемых ресурсов обусловлен состоянием упорядоченности системы (например, технологическим уровнем производства). Именно этот порядок, в конечном счете, воспроизводит и потребность в объеме потока субстанций (т.е. в движущей силе, вовлекающей их в систему), и необходимые свойства (характер) самих субстанций.

Производство является тем, что оно потребляет, человек – тем, что он ест.

Вышеприведенные выкладки позволяют сформулировать и ряд следствий.

Возможен альтернативный выбор средств обеспечения притока негэнтропии в систему, эффективность которых существенно различается. В данном случае под средством подразумевается вид субстанции (энергии, вещества, информации), при помощи которой система удовлетворяет свою определенную потребность, и/или путь, посредством которого данная субстанция доставляется в систему /выводится из системы. Выбор того или иного средства обусловлен уровнем упорядоченности системы.

Эффективность указанных средств определяется их способностью осуществлять работу по упорядоченности системы и/или их энтропийными качествами, в частности, внутренне обусловленным уровнем отходности данных средств.

Примечание

В частности, с точки зрения энтропийной цены Л. Бриллюэн делит виды энергии на три категории: А - механическая и электрическая; Б - химическая; В - тепловая. Наиболее ценны виды энергии А, которые способны полностью превращаться в виды Б и В. Химическая энергия занимает промежуточное положение из-за тепловых эффектов, сопровождающих химические реакции (Алексеев, 1983).

Наиболее эффективным средством притока негэнтропии в систему является информация.

Информация – наиболее эффективный ресурс.

Примечание

Это объясняется, во-первых, минимальным уровнем диссипативной способности, присущим данному виду средств (вызывают минимальный поток возвратных отходов); во-вторых, тем, что информация (например, новые знания, опыт, идеи) обладает максимальной способностью повышения уровня упорядоченности системы.

Все связано со всем

Все факторы, определяющие состояние системы, взаимосвязаны и взаимообусловлены.

Можно выделить следующие группы связей, формирующих состояние открытой стационарной системы:

- изменение состояния системы (ее уровня упорядоченности) зависит от притока негэнтропии в систему, т.е. параметров потока и движущей силы;
- поток в систему веществ, энергии и информации зависит от движущей силы, т.е. разницы потенциалов между системой и внешней средой;
- разница потенциалов между системой и внешней средой зависит от характера субстанций (вещества, энергии, информации), которые формируют параметры потока;
- параметры, формирующие приток негэнтропии, обусловлены уровнем текущей упорядоченности системы;
- диссипативная активность системы обусловлена ее обменом с внешней средой, иными словами, система расходует столько энергии, сколько ей позволяет внешнесистемный обмен;

- обмен системы с внешней средой обусловлен диссипативной активностью системы, или: система вынуждена импортировать столько энергии, чтобы хватило для функционирования системы при сложившемся уровне ее упорядоченности;
- степень неэффективности системы обусловлена уровнем ее информационной упорядоченности.

Взаимосвязь и взаимообусловленность различных параметров и функций системы является одним из ее фундаментальных свойств. Это свойство и формирует собственно систему из разрозненных частей и элементов. Именно данное свойство положено Б. Коммонером в основу одного из его известных экологических законов: «Все связано со всем».

Терпение и труд все перетрут

Итог изменения динамической системы зависит от двух характеристик: величины фактора, обуславливающего изменение состояния, и продолжительности времени, в течение которого он действует.

Все факторы, определяющие состояние системы, являются динамическими характеристиками. Их значения могут изменяться с течением времени. Таким образом, время является важнейшим параметром, определяющим итоговое состояние системы. Из приведенного вывода вытекает ряд частных следствий:

- В рамках фиксированных изменений состояния системы произведение величины фактора, вызывающего изменения в системе, на продолжительность времени его действия есть величина постоянная.
- При фиксированной продолжительности действия фактора, вызывающего в системе изменения, их размер будет определяться *величиной* указанного фактора.
- При фиксированной величине фактора, вызывающего изменения в системе, ее итоговое состояние определяется *продолжительностью* действия фактора; последнее следствие можно сформулировать и иначе: для динамических систем *время* является системоформирующим фактором.
- При продолжительном периоде времени *тенденция* становится системоформирующим фактором.

Примечание

Даже маленький энергетический импульс, помноженный на значительное количество его воздействий во времени, может произвести колоссальную работу («терпение и труд все перетрут»). И наоборот, бессистемный энергетический импульс большой мощности, как правило, обладает незначительным созидательным потенциалом.

Как здесь не вспомнить пословицу: «Безногий, движущийся по верной дороге, обгонит всадника, несущегося без цели».

Учет данных следствий особенно актуален в экологии. Действие любого незначительного, но устойчивого по своему характеру положительного или экодеструктивного фактора может быть многократно усилено *временем* («Время лечит раны», «Вода камень точит»).

При постоянном воздействии время является системоформирующим фактором.

Подробности

О том, насколько могут быть опасными «малые», но устойчивые процессы антропогенного воздействия на природу, свидетельствуют последствия деградации экосистем планеты. В частности, по мнению Р. Баландина (Баландин, 1981; Баландин, 2001), большинство пустынь на Земле (в том числе и Сахара, и Австралийские пустыни) являются рукотворными. Иными словами, они - результат деятельности человека. В одном случае (пример Сахары) основным экодеструктивным фактором стало скотоводство и земледелие; в другом (пример Австралии) - традиции аборигенов использовать огонь для выжигания растительности.

В Украине «бичем» природы стал плуг и его неправильное использование (в частности, вспашка вдоль склонов). За несколько десятилетий ветровая и водная эрозии унесли около половины некогда эталонных черноземов.

Система развивается тем быстрее, чем она динамичнее

Анализ энергоэнтропийного баланса позволяет сделать еще два взаимосвязанных вывода.

Более высокий уровень информационной упорядоченности системы обуславливает рост обмена с внешней средой и повышение эффективности системы.



«Безногий, движущийся верной дорогой обгонит всадника,
несущегося без цели»

Темпы роста упорядоченности системы тем выше, чем выше степень динамичности системы.

Ранее мы убедились в том, насколько важную роль в увеличении информативности систем (т.е. объема информации, которой обладает система) играет вероятность. Информация – величина вероятностная. Чем менее вероятно состояние системы, тем большей информацией может обладать система в таком состоянии.

Значит, чтобы информация в системе увеличивалась, вероятность ее возможных состояний должна уменьшаться. Это возможно при двух условиях: во-первых, если система будет становиться более сложной; во-вторых, если она будет становиться более динамичной, т.е. будет зависеть от большего числа переменных (причем, случайных) факторов.

При таких условиях вероятность каждого из состояний, в которых может пребывать система, будет уменьшаться, а передаваемая таким состоянием информация будет увеличиваться. Большой информацией, следовательно, будет обладать и система в целом.

В этом же убеждает анализ условий энергоэнтропийного баланса. От чего зависит поток негэнтропии в систему, иными словами, количественные параметры обмена веществом, энергией и информацией системы с внешней средой? От уровня диссипативной активности системы.

Несколько упрощая, можно сказать, что потоки субстанций в систему и из нее обусловлены способностью системы изнашиваться. Чем более интенсивны темпы износа, или, выражаясь языком физиков, энтропийной активности, – тем более значительные объемы субстанций вынуждена вовлекать система в процессы обмена с внешней средой. Они необходимы для удовлетворения потребностей в постоянной реконструкции системы.

Цифры и факты

У человека половина всех тканевых белков расщепляется и строится заново в среднем в течение 80 суток, белки печени и сыворотки крови наполовину обновляются каждые 10 суток, а отдельные ферменты печени - каждые 2-4 часа (Биологический, 1989).

Система развивается тем быстрее, чем она динамичнее.

Стабильные, застывшие, неизнашивающиеся системы не имеют потенции к развитию. Системы, в которых процессы износа идут быстрее, вынуждены обновляться более высокими темпами. А это предпосылки и к более интенсивным процессам развития.

В природе функции физического и морального износа диалектически взаимосвязаны. Весь ход эволюции природы убеждает нас в том, что не только темпы развития являются функцией износа, но и износ является функцией динамики систем. Иными словами, темпы износа именно потому должны быть высоки (и ускоряться), чтобы обеспечить быстрые (и ускоряющиеся) темпы развития.

Примечание

По сравнению с горной породой растения обретают значительно большую степень динамизма. Вещества, входящие в состав их клеток, обновляются очень быстро. Однако за это растения вынуждены были заплатить более коротким по сравнению с камнем периодом жизни (от нескольких месяцев до нескольких десятков лет). Правда, некоторым деревьям отпущено значительно больше - период их жизни достигает несколько сотен и даже около тысячи лет. Сравнительно с такими «старожилами» большинству животных отпущено судьбой намного меньше: лишь у некоторых видов их возраст может достигать ста и более лет. Но зато животные обретают свободу целенаправленной динамики движения.

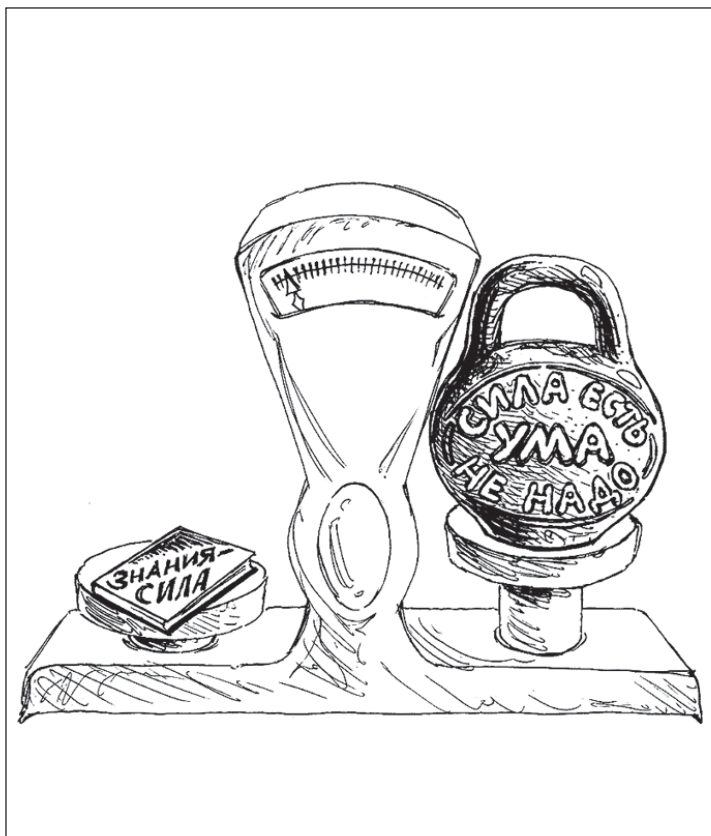
Инновации становятся одним из главных механизмов, при помощи которых природа обеспечивает высокие темпы износа систем и тем самым поддерживает все нарастающие темпы эволюции.

Инновации повышают эффективность системы и... ускоряют ее износ (прежде всего, моральный).

Действенным инструментарием при этом становятся: увеличение многообразия предметов и явлений природы, активизация бифуркационных механизмов развития, новые формы дифференциации и интеграции природных существей.

Заметки на каждый день

- Как говорил профессор Преображенский, «всегда успевают тот, кто никуда не спешит».
- В Одессе говорят: «По Дерибасовской нужно ходить не спеша - постепенно».
- Нужно ходить не спеша не только по Дерибасовской, но и по жизни, где спешить надо не торопясь, но каждый день...
- При долговременном периоде даже малое, но регулярное воздействие сдвигает горы.
- За здоровьем нужно следить по чуть-чуть, но каждый день...
- Великие поговорки: «Время лечит раны», «Вода камень точит».
- Иностранный язык нужно учить понемногу, но регулярно... (например, по 3-4 слова в день)...
- Не завози мебель, пока не построил дом, не одалживай денег, пока не выбрал покупку...
- Американские бизнесмены говорят: «Если у вашей фирмы накопились долги в 1 млн, и вам кто-то подарит эти деньги, он вам сделает медвежью услугу... Ибо он узаконит тот беспорядок в фирме, который привел к долгам в 1 млн».
- Древние мудрецы говорили: «Безногий, идущий по верной дороге, обгонит всадника, несущегося без цели».



Глава 17

Удивительная связь энергии и информации



Еще раз об энергоинформационном единстве, или Почему новое поколение должно быть умнее предыдущего

В предыдущих разделах мы убедились в тесной связи двух существенных начал – энергии и информации. Между ними существует диалектическое единство. Информация рождается из энергии. Точнее, из разницы энергетических потенциалов, которые обретают различные природные сущности. В этом смысле энергию можно рассматривать в качестве средства производства информации. В свою очередь, энергетические потенциалы формируются благодаря информационно организованной деятельности отдельных частей системы. За счет этого осуществляется метаболизм и извлекается из внешней среды свободная энергия. Повышение энергетического потенциала системы может достигаться лишь в результате ее информационного совершенствования и повышения эффективности деятельности ее подсистемы.

Таким образом, можно говорить об энергетически-информационном единстве процессов развития системы и в целом эволюции природы.

Энергетические потенциалы рождают информацию, информация повышает энергетические потенциалы.

Но, оказывается, связь между энергией и информацией может быть еще более тесной, когда сама энергия выполняет по отношению к энергии же роль информации.

Американские ученые Говард и Элизабет Одум в своей книге «Энергетический базис человека и природы» (Одум и др., 1978) делают интересный вывод о качественном различии видов энергии. Они не определяют четко критерии оценки качества энергетических потоков, но оставляют логический алгоритм конкретизации этого критерия.

Подробности

По мнению ученых, различные виды энергии отличаются их своеобразной «концентрацией», т.е. количеством энергии, которую нужно перевести в тепловую для получения данного вида энергии. Чем выше качество (концентрация) энергии, тем больше нужно первичной энергии (т.е. энергии более низкого качества) для ее получения. С другой стороны, по мере повышения качества энергии действительно происходит как бы ее «концентрация», и чем «концентрированнее» энергия, тем меньше ее нужно для выполнения эквивалентного объема работы.

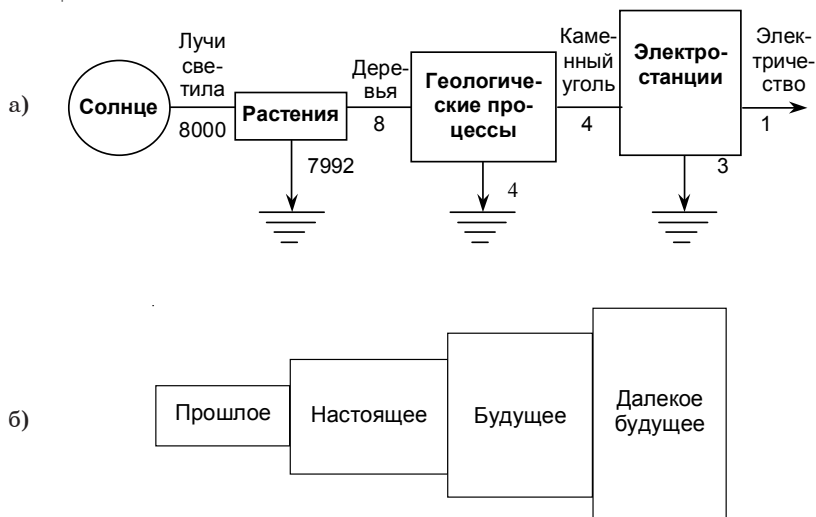


Рис. 17.1. Связь энергетики и информативности системы: а) шкала «качества» энергии, отражающая затраты энергии более «низкого качества» для перехода ее в энергию более «высокого качества»; б) условная схема повышения информативности общественных процессов в ходе прогрессивного социально-экономического развития

Учеными составлена своеобразная шкала качества энергии (рис. 17.1а), из которой видно, что для создания одной калории электроэнергии, используемой в быту, необходимы затраты 4 калорий угля на тепловых электростанциях, 1000 калорий солнечной энергии необходимы для производства биомассы дерева, сжигание которого дает одну калорию.

Различные по своему «качеству» виды энергии, по мнению ученых, различаются и способностью совершать ту или иную работу... Калории солнечной энергии должны быть еще сконцентрированы для того, чтобы они могли совершить работу. Калория же ископаемого или ядерного топлива - это энергия высокой концентрации. Энергия высокой концентрации совершает больший объем работы, управляет большим числом процессов и включает в себя множество видов энергии - от наиболее концентрированных до рассеиваемой тепловой энергии.

Ученые здесь не используют слово «энтропия» (и связанные с ним понятия), хотя вплотную к нему подошли. Ведь что такое «повышение способности совершать работу», как не понижение энтропийной цены энергии, ее уровня диссипативности? И что такое «понижение качества энергии путем рассеивания», как не повышение энтропийных (диссипативных) характеристик энергии. Таким образом, повышение «качества» энергии означает снижение уровня ее энтропийности. Вспомним также, что энтропия связана обратной зависимостью с информацией. Следовательно, можно сказать, что повышение «качества» (концентрации) энергии означает увеличение ее «информативности».

Если перенести предложенную американскими учеными модель поэтапного наращивания «качества» (концентрации) энергопотоков на эволюцию природы, получим бесконечно продолжающийся во времени процесс последовательного увеличения информативности вещественно-энергетических потоков.

Социально-экономическое развитие – одна из форм этого процесса, в ходе которого человек постоянно повышает уровень упорядоченности (способности осуществить полезную работу) используемых им материальных активов. В этом процессе, следовательно, каждое последующее состояние системы (уровень развития производительных сил, достигнутые знания, навыки людей, содержание денежных средств, пр.) при прогрессивном развитии является информационно более содержательным по сравнению с предыдущим. Таким образом, можно сказать, что время является таким же информационно формирующим фактором, как и стадии производства. При прогрессивном развитии будущее яв-

ляется более информативным по отношению к настоящему, а настоящее – по отношению к прошлому (рис. 17.1б).

При прогрессивном развитии новое поколение информативней предыдущего.

Соответственно, при регрессивном, затухающем развитии можно констатировать обратное. Напомним, что под информативностью системы понимается количество информации, которым обладает система.

Может ли энергия управлять энергией в роли информации?

Анализ взаимодействия потоков энергии различного качества позволил американским ученым сделать еще один важный вывод: энергия высокого качества может быть мощным организующим началом энергии низкого качества.

Этот вывод позволил Г. и Э. Одум провести исследование двух видов обратной связи: отрицательной и положительной, что схематично показано на рис. 17.2.

В данном случае разбираются две возможные ситуации:

- 1) взаимодействие высококачественной энергии с энергией низкого качества (это обозначено стрелкой со знаком «минус»);
- 2) взаимодействие энергии более низкого качества с высококачественной энергией (обозначено на схеме стрелкой со знаком «плюс»).

По поводу первой ситуации ученые делают вывод, что энергия низкого качества, если с ней не вступает во взаимодействие какая-либо высококачественная энергия, остается непродуктивной или малопродуктивной. Энергия солнечного света остается человеку недоступной до тех пор, пока не будет сконцентрирована автотрофами в биомассе или уловлена созданными умом и трудом человека гелиоустановками. Энергия высокого качества, следовательно, является организующим началом в концентрации энергии низкого качества.

В частности, если при добыче угля для приведения в действие экскаватора используется электричество (т.е. энергия более

высокого качества), то для целей отопления будет получено гораздо больше энергии, чем в том случае, если отопление осуществлять непосредственно за счет полученной электроэнергии. Еще больший эффект удастся получить за счет так называемого явления усилителя.

В процессе усиления очень незначительный по величине поток высококачественной энергии, называемый «сигналом», во много раз усиливается мощным потоком энергии низкого качества. При этом поток высококачественной энергии обеспечивает контроль за всем процессом усиления, и в результате может достигаться усиление одного либо обоих потоков (Одум и др., 1978). Подобное явление широко используется в электронике, в частности, в системах типа «триггер». Здесь сигнал, пропускаемый через «сетку», находящуюся между катодом и анодом, генерирующим энергию «низкого качества», может резко увеличить ее поток. К этому можно добавить, что в химии роль «сигнала» играют катализаторы, которые, сами не участвуя в реакциях, могут вызвать их существенное ускорение. В биологии подобные функции выполняют ферменты.

Попробуем развить идеи ученых, включив в рассуждения понятие информации. Как было отмечено в предыдущих главах, повышение «качества» энергии, сопровождающееся увеличением ее потенциальной возможности совершать работу (уменьшать энтропию), означает повышение информативности энергии. В приведенном примере мы находим еще одно подтверждение этому. Более «качественная» (согласно терминологии Г. и Э. Одума)

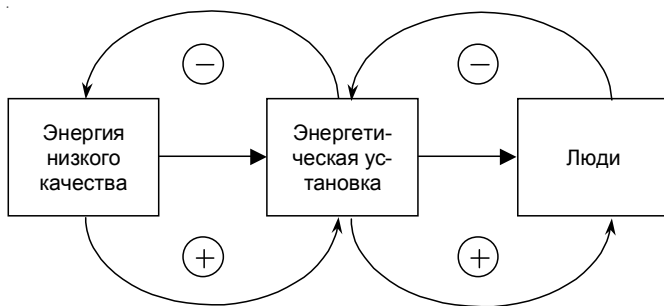


Рис. 17.2. Механизмы обратной связи, регулирующей энергопотоки

энергия способна упорядочивать потоки энергии «низкого качества», т.е. управлять ею. В частности, влияние маломощного потока высококонцентрированной энергии, так называемого сигнала, является не чем иным, как информационным воздействием на потоки энергии «низкого качества».

Таким образом, кроме теплового эквивалента, измеряемого калориями, виды энергии различаются своей информативностью, т.е. способностью производить работу.

Энергия информативна, а информация энергетична.

Это значит, что различные виды энергии различаются своей способностью к изменению упорядоченности системы (т.е. ее уровня информативности), а различные виды информации – своей способностью изменять (в частности, усиливать) потенциал энергетических потоков.

Информационное воздействие на потоки энергии позволяет выполнять еще одну важную функцию. Это функция отбора наиболее эффективных потоков или потоков, обладающих какими-либо свойствами, востребованными для конкретных условий (обстоятельств). В данном случае сочетание «энергетический поток» можно понимать и буквально (как поток энергетической субстанции), и расширенно: как вариант управленческого решения, предусматривающий возможность использования любых видов ресурсов более низкого уровня упорядоченности, или информационного статуса (а согласно определению Г. и Э. Одум, более низкого качества) по сравнению с корректировочным ресурсом, т.е. ресурсом, позволяющим принимать решение.

Одной из заслуг Г. и Э. Одум является то, что им удалось развить взгляды на многообразие различных видов энергии.

Цифры и факты

На основе предложенной шкалы «качества» энергии американскими учеными рассчитаны энергетические эквиваленты. В табл. 17.1 приводятся величины энергетических затрат, необходимых для преобразования одного вида энергии в другой. В первой колонке указывается количество калорий энергии каждого вида, необходимое для получения одной калории условного топлива. Во второй колонке приводятся эквиваленты условного топлива (единицы условного топлива - ЕУТ)

для тех же видов энергии, полученные путем деления единицы на величину, указанную в первой колонке таблицы. Например, так как для получения одной калории электроэнергии требуется около 4 калорий энергии каменного угля (включая косвенные затраты энергии при работе электростанции), то эквивалент условного топлива на одну калорию электростанции равен 0,25 калории.

Таблица 17.1. Энергетические эквиваленты

Вид энергии	Затраты энергии (число калорий для получения одной калории УТ)	Эквиваленты УТ (ЕУТ на одну тепловую калорию)
Тепло рассеиваемых солнечных лучей	10 000	0,0001
Солнечный свет	2000	0,0005
Биомасса растений	20	0,05
Древесина	2	0,5
Каменный уголь и нефть, готовые к употреблению	1	1
Энергия падающей воды	0,33	3
Электроэнергия	0,25	4
Денежные затраты (на 1970 г.)		25 000 калорий/доллар

Поскольку несколько калорий энергии «высокого качества» выполняют ту же работу, что гораздо большее число калорий энергии более «низкого качества», приведение к единицам условного топлива (ЕУТ) позволяет сравнить полезный эффект для энергии разных видов (табл. 17.1) (Одум и др., 1978).

Приведенные выкладки американских ученых позволяют совершенно под иным углом зрения взглянуть на эффективность использования различных видов ресурсов.

**«Произведение силы на ум есть величина постоянная».
Оказывается, закон действительно существует (!)**

Рассмотренный анализ приводит нас к удивительному открытию. Оказывается, шуточный закон: «Произведение силы на ум есть величина постоянная» – совсем не шутка! Он действительно существует. Ведь чем менее информативна энергия, тем больше ее требуется, чтобы добиться определенного созидательного результата (выполненной работы). И наоборот, чем «умнее» (ин-

формативней) действие, тем меньше энергии (работы) оно требует. Как известно, приведенный закон имеет не менее знаменитые следствия, в частности: «Сила есть – ума не надо»; «За глупой головой ногам нет покоя».

В более серьезной трактовке этот закон, пожалуй, можно было бы сформулировать так: *при выполнении работы информация может заменить энергию с экономией последней.*

Обращает на себя внимание, что в приводимой учеными таблице (17.1) в ряду видов энергии появляются деньги с очень высоким эквивалентом.



Примечание

Действительно, имея деньги, можно купить любой вид энергии для выполнения работы, можно заплатить персоналу, который сам выполнит эту работу, можно просто приобрести необходимый вид товаров и услуг, т.е. в готовом виде получить полный объем работы без всяких хлопот и, соответственно, затрат собственной или заимствованной энергии. Даже этот неполный перечень направлений вложения средств показывает, что каждое из них тоже имеет свою цену.

При желании можно было бы составить для любой страны или любого предприятия таблицу стоимостных эквивалентов, где аналогами видов энергии были бы направления вложения средств, а критерием эквивалентности сопоставления этих направлений была бы величина экономического эффекта, получаемого на единицу инвестируемого капитала.

Почему же одинаковые объемы денежных средств имеют разную ценностную оценку по разным направлениям инвестирования? Или, иными словами, в чем же принципиальное отличие этих направлений? По всей вероятности, в степени информативности этих направлений (кстати, так же, как и упоминавшихся выше видов энергии). Следуя дальше этой логике, можно сказать, что и сами информационные средства различаются уровнем информативности.

Не в деньгах счастье... Счастье – в их удачном вложении.

Степень информативности, или информационный статус ресурсов (видов энергии, денежных инвестиций или информационных средств) в первом приближении могут быть определены как уровень способности оказывать упорядоченное воздействие на процессы, происходящие в природе и обществе. Иными словами, степень информативности (информационный статус) экономических активов характеризует способность соответствующих средств (энергии, денег, информации) повышать возможности системы выполнять работу.

Действительно, вложение одной и той же суммы денежных средств в различные сферы деятельности может принести совершенно различные по своей значимости результаты, которые зачастую различаются на несколько порядков. Скажем, альтернативами могут быть:

- закупка энергоносителей для ликвидации их дефицита;
- проведение энергосберегающих мер для снижения потребности в энергоресурсах на величину их дефицита;
- прием на работу специалистов высокой квалификации (или подготовка собственных), которые были бы способны изменить структуру энергопотребления системы (например, устранив энергоемкие секторы деятельности).

Попытаемся теперь с учетом этого различия в информационной ценности различных видов энергии (и возможно, стоящих за ними различных денежных средств) проанализировать содержание механизмов обратной связи (см. рис. 17.2).

Об информативности ресурсов, или Почему воровать — нехорошо

Механизм отрицательной обратной связи обусловлен воздействием энергии более высокого качества на энергопотоки низкого качества. Высококачественная энергия – не только более информативна, но и более дорога, так как требует значительно более весомых затрат труда для получения. Это значит, что использование высококачественной энергии для повышения упорядоченности энергопотоков низкого качества (поддержание гомеостаза системы) оправдано только в том случае (по тем направлениям и в том объеме), если суммарный результат от повышения эффективности в системе превышает затраты на увеличение качества используемого для этих целей объема высококачественной энергии.

В частности, использование электроэнергии при добыче угля целесообразно только в том случае, если это позволяет значительно повысить производительность труда (например, путем механизации добывающих работ). Еще выше отдача может быть, если данная электроэнергия будет использоваться в компьютерах, позволяющих максимально автоматизировать работы и рассчитывать оптимальные варианты принимаемых решений. Однако нелепо нести огромные затраты на получение электроэнергии (строительство электростанции, транспортировку топлива, поддержание процесса генерации, транспортировку электроэнергии) с тем, чтобы использовать электроэнергию для отопления угольных лав.

Примечание

Еще более нелепо подготавливать высококвалифицированных специалистов (которые, по определению Одумов, должны быть отнесены к самому «высокому качеству» энергии): инженеров, преподавателей, ученых - для того чтобы они тысячными армиями пропалывали на полях свеклу, собирали вручную урожай, заметали улицы или работали подсобными на стройках. Это не только насилие над здравым смыслом, но и грубое нарушение энергоэнтропийных принципов прогрессивного развития, предусматривающих, что каждое последующее состояние системы должно быть энергетически более эффективным, чем предшествующее. Приведенную ситуацию можно сравнить, пожалуй, лишь с отоплением помещений компьютерами.

Если процесс самоорганизации системы синергетика и энергоэнтропика характеризуют как «процесс усиления порядка в системе за счет увеличения беспорядка (производства энтропии) во внешней среде», то описанные явления можно характеризовать как поддержание порядка в системе за счет разрушения порядка в ее же структурах более высокого информационного уровня организации. Иными словами, поддержание порядка подобными мерами может происходить только за счет саморазрушения системы. Это наводит на мысль, что основная причина краха социалистической системы – не происки врагов, а ее энергоэнтропийное саморазрушение изнутри.

Примечание

К явлениям подобного плана следует относить казнокрадство и воровство. Основная опасность их кроется не в изменении субъекта собственности, а в значительном снижении информационного статуса украденного (в терминах Одумов, использование высококачественной энергии по назначению и функциям низкокачественной). Например, украденные деньги извлекаются из оборота, где они могли бы выполнять работу (производить порядок) и складываются в различного рода кубышки, «прогуливаются» или вывозятся за границу (т.е. переводятся в разряд диссипативной энергии). Нечто подобное происходило долгие годы также с «вынесенными» через заводские проходные вещественными активами. Перфокарты вычислительных центров использовались в качестве подставок для еды, стелек для обуви и т.д. В отпечатанные типографским способом бланки отчетной документации заворачивались продукты. Высококачественными изделиями из дерева и резины топили печи. Бензин и солярку просто сливали в землю тысячами литров ради приписок (воровства) «тонно-километров пробега».

В наши дни аналогами подобными явлениям понижения информационного статуса активов являются хищения высококачественных изделий из цветных метал-

лов ради сдачи в металлолом. В этом же ряду - невыплаты заработной платы. Последнее, видимо, требует комментариев.

Экономическая опасность воровства кроется не столько в изменении субъекта собственности, сколько в значительном снижении информационного статуса украденного.

Заработанная и насчитанная зарплата является фактически уже информационным ресурсом будущего, так как является основным фактором формирования спроса будущих производственных циклов. Не говоря уже о том, что невыплаченная вовремя зарплата ограничивает возможности будущих поколений получать нормальное образование, воспитание, питание и медицинское обслуживание.

Таким образом, несвоевременная выплата зарплат является, выражаясь языком экономистов, попыткой компенсировать удлинение существующего периода оборачиваемости оборотных средств за счет увеличения их среднего остатка. Выходит, что проблему поддержания гомеостаза (устойчивого равновесия) нынешнего состояния системы пытаются решать путем разрушения равновесия будущего состояния. А ведь оно, по законам прогрессивного развития, является более информативным по отношению к настоящему, и, следовательно, будущее состояние можно рассматривать как последующий этап процесса саморазвития системы, увеличения уровня ее упорядоченности и информативности. Таким образом, можно уже говорить о разрушении будущего состояния социально-экономической системы.

Подводя итог всему вышесказанному, можно констатировать, что необходимой предпосылкой прогрессивного развития системы является ее способность к информационному контролю состояния гомеостаза системы.

О многоспектральном информационном зрении и о том, как Хрущев перехитрил американцев

Информационным контролем гомеостаза можно считать процесс поддержания состояния устойчивого равновесия на основе идеи или управляющего информационного принципа,

позволяющих достигать цели с затратами вещества и энергии, которые несоизмеримо (на несколько порядков) меньше уровня метаболизма системы, т.е. ее вещественно-энергетического обмена с окружающей средой.

Подробности

История развития человечества показывает немало примеров информационного контроля гомеостаза системы. К их числу можно отнести:

- детскую игрушку «волчок», где легкие осевые (сверху вниз) движения рукоятки по спиральному желобу позволяют поддерживать высокую скорость вращения системы;
- любые виды рычагов и домкратов;
- системы рулевого управления автомобилем и самолетом, позволяющие человеку управлять транспортными средствами с минимальными затратами энергии;
- поддержание курса валют дополнительной продажей (интервенцией) на рынке валюты, курс которой растет;
- реализация целей сдерживания потенциального противника (в военном деле или в политике) при помощи дезинформации; существует мнение, что этот метод удался Н.С. Хрущеву, который для достижения своих целей во взаимоотношениях с США на протяжении многих лет демонстрировал на военных парадах деревянные макеты несуществовавшей в те годы баллистической межконтинентальной ракеты;
- колесо и т.д.

Поддерживать гомеостаз нужно за счет информации.

Основная цель применения управляющего информационного принципа – определить такое сочетание в пространстве и времени высококачественных и низкокачественных энергетических потоков (информации, финансовых средств, вещественно-энергетических ресурсов), которое бы обеспечило минимальные затраты системы на поддержание состояния устойчивого равновесия и осуществления механизмов отрицательной обратной связи.

Чтобы реализовать механизм информационного контроля гомеостаза системы, необходимо обладать «спектральным зрением», позволяющим различать информационные «оттенки» (степень информативности) различных элементов социально-экономической системы: материально-энергетических потоков, финансовых средств, видов информационной сущности. Эти «от-

тенки» указанных материально-информационных активов определяются их местом в производственном процессе, сферой социально-экономической деятельности, фактором времени. Особенно важно, чтобы этим «спектральным зрением» обладали руководители всех уровней и специалисты, принимающие решения. В частности, попытка нашей страны «заработать» на дорогих визах приводила и приводит к колоссальным убыткам, так как фактически отсекает экспорт туристических услуг. Только искоренение информационного «дальтонизма» оставляет шанс стране для быстрого подъема экономики и обретения устойчивых темпов социально-экономического развития.

Почему деньги — самый дешевый ресурс?

Механизм положительной обратной связи обусловлен воздействием энергетических потоков низкого качества на потоки высококачественной энергии. Речь идет о возможности инициирования при помощи низкокачественных (дешевых) потоков энергии процессов развития социально-экономической системы, отнесенных в будущее. Напомним, что сам механизм положительной обратной связи предполагает целенаправленную трансформацию существующего уровня гомеостаза для обретения системой нового устойчивого состояния, основанного на новом уровне гомеостаза.

Примечание

Наиболее ярким примером использования низкокачественной дешевой энергии для получения результата более высокого созидательного уровня, причем несоизмеримо более весомого и по масштабам результирующей работы, является метод направленного взрыва. Работа, которую сотни землекопов или несколько экскаваторов выполняли бы на протяжении недель, может быть при помощи грубого взрыва выполнена (включая подготовительную работу) за несколько часов. Конечно, при условии, что взрыв действительно направленный, т.е. управляется информацией (малыми импульсами энергии высокого качества).

Часто подобным методом пользуются политики, достигающие своих целей, используя энергию взрыва возмущенной толпы для расчистки поля деятельности от своих оппонентов.

При помощи импульсов энергии «низкого качества» в природе, технических системах или обществе могут быть запущены

процессы, относящиеся к классу лавинообразных. Причем это может быть сделано осознанно или непреднамеренно. Стоит, например, не угадать с каким-либо налогом или ценой на определенный товар (в частности, бензин), как по стране прокатится волна разорений мелких и крупных предпринимателей.

Методы целенаправленного взрыва и импульса лавинообразных процессов являются очень эффективным средством управления процессами развития. Вместе с тем это очень рискованные методы, требующие тщательного прогнозирования и проработки возможных информационных каналов развития будущих процессов.

Кроме указанных экстремальных методов существует широкий спектр других форм осуществления механизма положительной обратной связи, менее разрушительных по своей сути, но обладающих значительным потенциалом повышения эффективности процессов развития. Кстати, эти же методы широко используются и как защитные средства. Ибо сохранение системы может быть основано не только на поддержании ее работоспособности (гомеостаза) любой ценой, но и превентивном разрушении системы (а чаще наиболее слабых ее звеньев), если нагрузка на систему превышает критические значения. Именно на этом принципе основано действие предохранителей и аварийных отключений системы. Этим же методом пользуются железнодорожники, когда, простучивая грубой кувалдой звенья ходовой части вагонов, зондируют возможные «тонкие» нарушения структуры металла.

Общим же для всех методов реализации механизмов положительной обратной связи является стремление максимального использования энергии естественных процессов, протекающих в природе и обществе.

Высказанные соображения наводят еще на одну мысль. Применительно к экономической системе исходные ресурсы можно рассматривать в качестве энергии более низкого качества, тогда как производимая продукция является аналогом энергии более высокого качества. В этом повышении информационного статуса предметов труда можно разглядеть много различных аспектов. Рядовому читателю достаточно сравнить свойства, которыми обладают выходящие с конвейера новенькие автомобили, телевизоры или компьютеры, со свойствами той груды исход-

ных материалов, из которых эти изделия изготовлены. В данном случае читатель будет оценивать эволюцию информационного статуса предметов труда с точки зрения потребителя.

У экономистов, представляющих интересы предприятия-изготовителя, другой взгляд. Для них увеличение информационного статуса производственных ресурсов отражено в той прибавочной стоимости, которая овеществляется в производимой продукции. Рост информативности предметов труда для предприятия-изготовителя может быть измерен получаемой дополнительной прибылью.

В любом случае исходные ресурсы – это продукты более низкого информационного качества, позволяющие получить продукты с более высоким информационным статусом. С экономической точки зрения, это, кроме всего прочего, возможность из более дешевых и менее ценных ресурсов получить более дорогие и более ценные товары.

Снижение количества менее ценных ресурсов «на входе» предприятия означает снижение выпуска более ценных продуктов «на выходе» предприятия. В этой связи руководителям и специалистам предприятия нужно очень осторожно относиться к так называемой экономии сырья. Существует опасность вместе с водой выплеснуть и ребенка. Иными словами, под видом борьбы за экономию ресурсов могут быть уменьшены продуктивные затраты производственного назначения, определяющие выход готовой продукции.

Подробности

В свете сказанного представляется уместным еще раз взглянуть на энтропийную деятельность предприятия, а попросту говоря, на его расходы. Ранее мы уже говорили о двух ключевых причинах энтропийной деятельности системы.

Одна из них заключается в несовершенстве организации функционирования системы. На предприятии данная причина обуславливает уровень непродуктивных потерь. Именно эти потери формируют разного рода убытки и отходы, которые ведут к снижению эффективности производства. С подобного рода потерями можно и нужно бороться для повышения эффективности.

Другой причиной энтропийной деятельности является необходимость осуществления расходов производственного назначения. Без них не состоится производственный процесс, а значит, не будет и готовой продукции. Если производство отлажено, и ресурсы используются рационально, то любые попытки экономии на производственных затратах неизбежно приведут к перебоям в

производственном процессе или вообще его срыву. Результатом будет потеря готовой продукции.

Стремление сократить непродуктивные расходы так же естественно, как и желание увеличить объем производства с его неизбежными производственными затратами. Проблема заключается в том, что чаще всего очень трудно бывает (даже опытному производственнику) отличить собственно продуктивные расходы от непродуктивных. И потом, станут расходы продуктивными (т.е. полезными) или нет, можно увидеть лишь спустя некоторое время - когда завершится производственный цикл.

Однако бывает, что вопиющая бесхозяйственность видна невооруженным глазом. Речь идет о тех случаях, когда под видом экономии ресурсов наносится удар по продуктивному капиталу. Наиболее наглядным примером может служить отключение электроэнергии на предприятиях страны. Это может происходить как по воле «вышестоящего уровня», так и по инициативе руководителей самих предприятий. В частности, ректоры некоторых вузов, выполняя команду об энергосбережении, сократили количество занятий. Подобным руководителям остается лишь посоветовать и другие резервы экономии: зарплата работающим, расходы на отопление в зимнее время, пр. А еще лучше - остановить предприятие вообще, чтобы полностью сократить любые виды расходов. Экономия будет тем больше, чем на больший период остановится предприятие. Правда, всю сумму экономии многократно перекроет ущерб от упущенной выгоды. Выгоды, которую могло бы принести прерванное производство. Чтобы этого не произошло, необходимо развивать навыки спектрального экономического зрения.

Попытка экономить на продуктивном капитале может обернуться колоссальными потерями.

Анализируя особенности реализации механизмов отрицательной и положительной обратной связи, можно сделать следующий вывод: искусство устойчивого управления развитием – это мастерство осуществления информационного контроля гомеостаза системы и способность создавать условия для будущих трансформаций системы, направляя вещественно-энергетические потоки по наиболее эффективным информационным каналам.

Еще раз о критерии отбора и о многоспектральном зрении экономиста

С позиций многоспектрального видения энергетических потоков (как и других видов ресурсов) по-новому воспринимается универсальный *критерий отбора*. Две упоминавшиеся форму-

лировки критерия отбора, а именно: *минимизация рассеивания (диссипации) энергии* и *минимизация энтропии*, – только на первый взгляд кажутся идентичными. В действительности вторая формулировка гораздо глубже и полнее. Ведь, как мы уже убедились, энергия энергии разнь. Термин «энтропия» позволяет вместить не только энергетический, но и информационный подтекст. Благодаря этому обстоятельству понятие «минимизация энтропии» способно отразить не только следствие (минимизации рассеивания энергии), но и причину (благодаря максимальному закреплению информации, или максимальному повышению уровня организованности системы).

Минимизация энтропии – это максимизация информации и минимизация рассеивания энергии. Именно своей емкостью эта формулировка критерия является исключительно удачной. Кроме уже упомянутой причинно-следственной связи она отражает исключительное многообразие характеристик системы: максимум упорядоченности; максимум эффективности; минимум отходности и др. Оценить эту емкость и многообразие предложенной формулировки можно лишь с позиций многоспектрального видения энергоинформационных потоков (равно как и других видов капитала: вещественных, финансовых, человеческих).

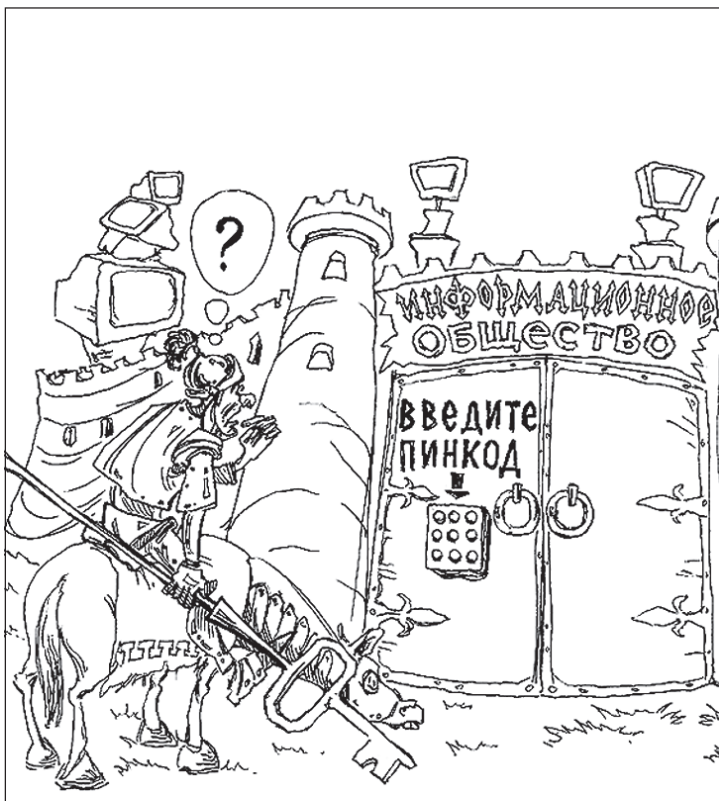
Заметки на каждый день

- *Мысль действительно может сэкономить «кучу» энергии, если мыслить правильно.*
 - *Если вам нужно переместить по комнате тяжелые предметы (шкафы, диваны, пианино, пр.), используйте кожуру сала: обрезанные кусочки прокладываются между ножками мебели и полом ворсинками к ножке - так любой человек без труда передвигает неподъемный до этого предмет.*
 - *Если хранить яйцо острым концом вниз, оно хранится в 2-3 раза дольше.*
 - *Если увеличить импульс забивания гвоздей (скорость проникновения гвоздя в стенку), то обычные гвозди можно забивать... в бетон и даже в металл.*
- Экономистам нетрудно представить, сколько средств могут сэкономить эти нехитрые информационные принципы.*

Часть IV

**НА ПОРОГЕ
ИНФОРМАЦИОННОГО
ОБЩЕСТВА**





Глава 18

Ключи к информационному обществу



Предвидеть, чтобы управлять

Любые создаваемые человеком теории нужны, в конечном счете, для одной цели: чтобы ответить на вопрос, как ему самому обустроить свою собственную жизнь. Не является исключением и теория о развитии систем. Безусловно, она важна по многим причинам, но главной остается одна: понять, как управлять развитием одной-единственной системы, имя которой – человеческое общество.

Хрестоматийным стало несколько видоизмененное высказывание Б. Паскаля: «Управлять – значит предвидеть». Лишь представляя себе контуры будущего, можно творить настоящее. Однако в будущее можно заглянуть не иначе, как через настоящее. Ведь ростки будущего присутствуют уже сегодня. То, что станет повсеместным и повседневным завтра, произрастает из отдельных предметов и явлений, которые иногда робко, иногда стремительно уже входят в нашу жизнь. Это они, пока еле различимые приметы отдаленного времени, определяют траектории, по которым будет двигаться общество, устремляясь в будущее. Именно эти приметы грядущего информационного общества попытаются вместе с читателями разглядеть авторы данной книги.

Особенно важно суметь увидеть тенденции развития в переходные моменты истории, когда в обществе начинают стремительно изменяться системоформирующие факторы. Ведь надо успеть подготовиться к грядущим изменениям в тех жестких временных ограничениях, которые отпускает жизнь, например, за период воспроизводства одного поколения. А последнее понятие, в частности, включает и процессы взросления, и процессы

обучения жизненно необходимым знаниям и навыкам, и многое другое.

Эта растущая потребность в предвидении обусловлена беспрецедентным ускорением социально-экономических процессов. Его несет в себе информационное общество, в которое сегодня входит человечество.

Вторая половина XX века знаменовалась резким ускорением технического прогресса и быстрым сокращением периодов между появлением научных идей и началом их использования в массовом производстве. Если человечеству потребовалось 112 лет для освоения фотографии и 56 лет для организации широкого использования телефонной связи, то соответствующие сроки для радара, телевидения, транзистора и интегральной микросхемы составляют 15, 12, 5 и 3 года (Иноземцев, 1999).

Последнее десятилетие XX века ознаменовалось возникновением принципиально новой ситуации, коренным образом повлиявшей на инновационную политику в экономике. Изменилась не только временная компонента научных открытий (темпы появления новых идей, сроки промышленного освоения инноваций), но и их, условно говоря, территориально-отраслевое пространство.

Происходящие маленькие и большие технологические революции в любой из сфер производственной деятельности словно приобретают объемность. Во-первых, инновационный феномен происходит по всей отраслевой глубине производственной деятельности, т.е. во всех сферах и секторах экономики. Во-вторых, благодаря глобализации мировой экономики это в той или иной степени затрагивает практически все страны, вовлеченные в процессы международной кооперации. Иными словами, любое технологическое изменение сегодня происходит не только чаще, но и осуществляется на фоне одновременных коренных трансформаций во всем спектре сопутствующих процессов (производство используемых материалов, способы получения энергии, базовые производственные технологии, пр.).

Самое главное, грядущие трансформации не ограничатся количественными изменениями – они обещают качественно изменить весь социальный уклад: культурные ценности, идеологические принципы, мировоззренческие парадигмы.

Революции информационной революции

Анализ представленного в научной литературе материала позволяет гипотетически сформулировать основные направления трансформационных преобразований. В общем виде контуры и краткая характеристика ожидаемых социально-экономических трансформаций представлены в таблице 18.1.

Таблица 18.1. Содержание возможных социально-экономических трансформаций при переходе к информационному обществу (названия видов трансформации – условные)

Вид трансформации	Краткое содержание
1	2
1. Гуманитарная	от приоритета человека «труд» к приоритету человека «социо»
2. Технологическая	от технологий, основанных на материальных средствах производства, к технологиям, основанным на информации
3. Пространственно-временная концентрация производственных факторов	от концентрации производственных факторов (п.ф.) в пространстве к концентрации п.ф. во времени с рассредоточением в пространстве
4. Производственной среды	от централизованной коллективной среды к децентрализованным рабочим местам
5. Трудовая	от преобладания экономически необходимого труда к преобладанию творческой деятельности
6. Формы мотивации труда	от приоритета мотивации, основанной на экономическом принуждении, к приоритету мотивации, основанной на социально-психологическом воздействии
7. Экономических отношений	от отношений, основанных на экономических соглашениях, к отношениям, основанным на информационном контроле
8. Коммуникационная	от передачи (транспортировки) преимущественно материальных субстанций к передаче преимущественно информационных факторов
9. Потребления	от приоритета потребления материальных благ к приоритету потребления информационных благ
10. Здравоохранения	от коррекции состояния организма через воздействие на материальные субстанции к коррекции через воздействие на информационную систему организма
11. Среды обитания	от урбанистических поселений к формированию жизнеобеспечивающих комплексов

Продолжение таблицы 18.1

1	2
12. Экономической парадигмы	от «ковбойской экономики» (неограниченных ресурсов и открытого пространства) к «экономике космонавтов» (ограниченных ресурсов и закрытого пространства)
13. Политическая	от власти собственников средств производства к власти интеллектуальной элиты (способной контролировать информацию)
14. Социальная	от субрегиональной социальной организации к монообщественной (глобальной) организации
15. Культурная	от субэтнического развития культур к эйкуменистическому развитию культур
16. Образовательная	от обучения знаниям к обучению навыкам самообучения
17. Менталитета	от приоритета линейного мышления к приоритету нелинейного мышления
18. Конкурентной стратегии	от прямой конкуренции на рынках товаров к соперничеству за привлечение средств потребления
19. Вида преобладающей мотивации в обществе	от приоритета отрицательной мотивации к приоритету положительной мотивации
20. Социальной памяти	от локальных систем памяти к формированию единой системы социальной памяти
21. Менеджмента	от специализированных функций менеджмента к индивидуальному самоуправлению
22. Управленческая	от централизованного командного управления к децентрализованному «экосистемному» управлению

Представленная в таблице 18.1 классификация предполагаемых изменений, конечно же, носит условный характер и может характеризовать лишь некоторые отдельные черты сложного многогранного явления под названием *информационная революция*. Часть из представленных в таблице изменений уже довольно подробно охарактеризована в предыдущих разделах, что позволяет нам быть более лаконичными в объяснении соответствующих явлений и уделить внимание менее освещенным моментам.

К чему нужно готовиться на пороге информационного общества

Одной из ключевых особенностей грядущего информационного общества и соответствующей ему экономической системы обещает быть чрезвычайно быстрая смена поколений технологий, базовых видов продукции, ключевых ресурсов, потребительских стандартов. За этим, в конечном счете, лежит изменение метаболизма общественного производства, т.е. объемов и видов вещества, энергии и информации, прокачиваемых через экономические системы.

Согласно изложенным в предыдущем параграфе теоретическим выкладкам, указанные изменения и являются теми качественными трансформациями, которые могут быть квалифицированы как изменение *гомеостаза* социально-экономических систем соответствующего уровня. В масштабах предприятия это означает переход на новые технологии и виды продукции. В масштабах национальных экономик данное явление сопровождается изменением отраслевых структур: появляются новые и начинают отмирать старые профессии, знания, навыки, структуры потребления, стили жизни. За всем этим неизбежно следует смена социальных устоев, экономических отношений, культурных укладов.

Периоды смены гомеостазов социально-экономических систем постоянно сокращаются. С переходом к информационному обществу подобные трансформации обещают стать перманентным (т.е. постоянным) состоянием общества. В данных обстоятельствах перестают работать традиционные методы управления, основанные главным образом, во-первых, на учете линейных закономерностей поведения систем, присущих их стационарному состоянию, и, во-вторых, на активном использовании механизмов отрицательной обратной связи. Последние базируются на негативной мотивации для поддержания существующего порядка в социально-экономических системах.

Не ставя перед собой задачи детального анализа всех аспектов управления процессами развития, остановимся лишь на некоторых особенностях использования механизмов и методов управления, обеспечивающих контроль за трансформационными процессами.

К основным из них, видимо, можно отнести:

- активизацию нелинейного мышления;
- использование стратегии инновационной экспансии;
- приоритет позитивной мотивации;
- активизацию бифуркационных механизмов развития;
- усиление систем социальной памяти;
- усиление индивидуального управленческого потенциала;
- активизацию механизмов самоорганизации общественных систем.

На них мы подробнее остановимся в следующих разделах.

О нелинейной логике и падающих с неба камнях

Нелинейное мышление является необходимым условием трансформации какой-либо социально-экономической системы по направлению к новому уровню гомеостаза. Принципиальное отличие *линейной* и *нелинейной логики* состоит в том, что первая сориентирована на использование механизмов отрицательной обратной связи (предполагающих сохранение прежнего уровня гомеостаза), а вторая – на применение механизмов положительной обратной связи (ведущих к смене уровня гомеостаза системы).

Сохранение устойчивого уровня гомеостаза создает условия для *линейного* характера зависимостей параметров системы от изменения факторов внешней среды. При этом поведение системы характеризуется обратимостью состояния, непрерывностью важнейших параметров, предсказуемостью изменений в системе, неизменностью во времени причинно-следственных связей (см. подробнее в: Мельник, 2003). Соответственно, все эти свойства закладываются в принципы управления системой, общее направление которого условно можно назвать *линейным*.

Основной принцип управления, построенного на линейном мышлении, заключается в ослаблении (нейтрализации) действия неблагоприятных (для существующего уровня гомеостаза) факторов («чем меньше, тем лучше...») и усилении действия благоприятных факторов («чем больше, тем лучше...»).

Нелинейная логика и свойственные ей методы управления применимы при переходе системы от одного уровня гомеостаза к другому либо направлены на перевод системы к новому ее

состоянию. В этой ситуации система утрачивает свойства линейности. Ее поведение начинает характеризоваться необратимостью состояния, прерывистостью важнейших параметров системы, непредсказуемостью изменений, изменяемостью во времени причинно-следственных связей.

Но самое главное – исчезают предпосылки использования механизмов обратной связи, т.е. содействия проявлению благоприятных факторов и противодействия влиянию неблагоприятных факторов. Собственно, в этих условиях следует вообще изменить подобную трактовку факторов. Если исчезает прежний уровень гомеостаза, нет необходимости его поддерживать. Задача применения механизмов обратной связи коренным образом изменяется. Появляется возможность воздействовать не на факторы внешней среды (усиливая или ослабляя их действие), а на само состояние системы, перестраивая его таким образом, чтобы оно наилучшим образом отвечало значениям внешней среды. Таким образом, не факторы среды следует трактовать как благоприятные или нет, но состояние самой системы как более или менее соответствующее условиям среды.

Нет плохих условий, есть наше неумение их использовать.

Примечание

Одно из наиболее образных понятий нелинейного мышления встречается в романе Михаила Анчарова «Самшитовый лес». По мнению автора, разницу между линейной и нелинейной логикой легче всего постичь в ситуации, когда на голову падают камни. Линейная логика вынуждает убежать или прятаться - нелинейная предполагает использовать в полезных целях силу камня. Последнее возможно, если преодолеть страх (Анчаров, 1986).

История Украины – сплошные камни с неба. Сколько ни тужи об «обездоленной», «искалеченной», «изувеченной» – веселее не станет и в карманах не прибавится.

Уныние – один из тяжких грехов. Пессимизм, настоящий на мазохизме, ведет к социальной закомплексованности. Недуг пройдет, если преодолеть страх и начать действовать:

первое – вспомнить все положительное;

второе – реализовать преимущества;

третье – спокойно извлечь выводы из ошибок;



- четвертое – найти причины;
 - пятое – попытаться их устранить;
 - шестое – все, чего нельзя избежать, использовать как преимущество;
 - седьмое – порадоваться, что мы это смогли.
- Историю не изменишь, но можно изменить отношение к ней!

Примечание

Кто сказал, что у нас бесславная история?! Украина - колыбель почти всех событий, которые характеризуют XX век. Перечень только некоторых из них (вместе с именем их творцов) заставляет снять шляпу:

- Идея и чертеж первого в мире приближенного к современным конструкция ракетного корабля (Александр Кибальчич, вырос и учился в Новгород-Северском).
- Конструирование и создание первых в мире многомоторного самолета и вертолета (Игорь Сикорский, вырос и учился в Киеве, закончил КПИ).
- Конструирование, создание и запуск первых в мире искусственного спутника, пилотируемого космического корабля, автоматической межпланетной станции (Сергей Королев, рос в Нежине, Житомире, закончил КПИ).
- Идея технического решения пилотируемого полета на Луну, по которой был осуществлен американский проект; рабочий проект (к сожалению, пока нерализованный) первой в мире ветряной электростанции, которая по мощности не уступает другим современным видам электростанций (Юрий Кондратюк, настоящее имя - Александр Шергей, вырос и окончил школу в Полтаве).
- Первая трактовка фундаментального значения информационной сущности (1925) (Альфред Лотка, американский ученый, математик и биофизик, родился и вырос во Львове).
- Создание первой в мире водородной бомбы (Джорж, он же Георгий, Гамов, «отец» американской бомбы, вырос в Одессе, закончил Одесский политехнический институт).
- Первое обоснование (а по одной из версий - открытие) рентгеновских лучей (Иван Пулюй, родился на Тернопольщине, окончил гимназию в Тернополе).
- Первая фагоцитарная теория иммунитета (Илья Мечников, родился на Харьковщине, окончил Харьковскую гимназию и университет).
- Начало прикладного использования полупроводников (1931), ставших основой современной электронной промышленности (Абрам Иоффе, родился и вырос в г. Ромны Сумской области).
- Эпохальное открытие XX столетия - просветленная оптика (Александр Смакула, вырос и учился в Украине).
- Создание концепции ноосферного развития (Владимир Вернадский, вырос и учился в Харькове, первый Президент Академии Наук Украины).

- Создание первой видеокамеры для движущегося изображения и практическая реализация его дистанционной (кабельной) телевизионной трансляции (Борис Грабовский, жил в Одессе, Харькове, сын известного украинского поэта Павла Грабовского).
- И наконец, уже совсем недавно, запуск космической ракеты с первого в мире плавающего космодрома «Морской старт».

Этот список можно продлевать и расширять внося множество событий, имен, коллективов: и пионер авиапилотажа киевлянин Петр Нестеров, и известный подводник одессит Александр Маринеску, и создатель лучшего в мире танка Т-34 харьковчанин Михаил Кошкин, и самые мощные в мире грузовые самолеты, созданные заводом Антонова, и киевские искусственные алмазы, и передовые разработки искусственного интеллекта Киевского центра им. Глушкова, и многое другое, в том числе укрощение первой (и, дай Бог, последней) в истории человечества глобальной экологической катастрофы Чернобыля. Если к этому добавить еще немного юмора, то можно вспомнить и о первых в мире кафе быстрой еды (своеобразные прообразы современных Макдональдсов), которые были основаны почти 150 лет назад в Париже гусарами Сумского и Ахтырского полков, ибо свое название известные французские «бистро» получили благодаря призывам на русском языке храбрых воинов действовать «быстро!».

Да, наша история - не развлекательное путешествие во времени. Но здесь главное - не то, что мы пережили, а то, что мы, вопреки всему, выжили. И несмотря ни на что наши люди не утратили веры, надежды и... чувства юмора. Изменить историю невозможно, но можно заставить ее работать на нас.

В общественных системах именно человек является главным действующим лицом происходящих изменений, и нелинейное мышление создает своеобразный мост между существующим состоянием и будущим. Основная функция нелинейного мышления призвана способствовать формированию такого направления изменения системы, которое бы максимально содействовало повышению ее эффективности. Чтобы это было реализовано, необходимо, прежде всего, в наибольшей степени использовать «энергию тенденции» развития системы, ибо система заблаговременно начинает накапливать особенности и черты того состояния, которое соответствует критерию минимума энтропии (минимума рассеивания энергии).

Искусство руководителя любого уровня заключается в том, чтобы, во-первых, разглядеть указанную тенденцию, во-вторых, сломать старый гомеостаз системы таким образом, чтобы этот процесс содействовал проявлению наиболее эффективных трансформационных изменений. Схематично новый гомеостаз системы должен быть комбинацией черт существующего состояния с

теми особенностями и свойствами, которые диктует системе тенденция её развития.

В данном случае речь идёт об использовании на уровне преобразования социально-экономических систем принципов известной инженерам теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), основоположником которой был известный учёный и изобретатель Г.С. Альтшуллер. Эти принципы реализуются в каждодневных тренировках спортсменов («если нельзя удержать равновесие, нужно самому контролировать падение, используя с максимальной пользой энергию падения»), в технике (ведущий принцип защиты машин связан с запрограммированным разрушением определённых звеньев – «предохранителей»). Подобный подход также с успехом применялся комсомольскими лидерами в их деятельности («если мероприятие нельзя предотвратить – его нужно возглавить»).

Примечание

Вот лишь несколько ориентировочных подходов к решению социально-экономических задач.

«Если страну распродадут, и невозможно этому противостоять, то нужно вывозить то, что нельзя вывезти». Например, географический центр Европы, который находится в Украине (в форме экспорта туристических услуг, сувениров и пр.). Если наша часто трагическая, часто славная история уже состоялась - её нужно продавать, популяризируя и превращая трагические страницы прошлого в позитив нынешнего времени: «раз мы это преодолели, значит, на многое способны».

«Если утечку «мозгов» нельзя предотвратить, нужно возглавить экспорт образовательных услуг и технологий», в том числе и тренинговых программ на тему: «Как преодолевать трагические страницы истории». К последним, в частности, относится опыт ликвидации последствий Чернобыльской катастрофы. Кстати, экспорт образовательных технологий уже успешно реализовало руководство киевского «Динамо», поставившее на поток подготовку, раскрутку и продажу талантливой футбольной молодёжи. Успехи команды стали стабильней, хотя она и находится как бы в перманентном падении.

Экспорт «мозгов» давно уже взяли под свой контроль наиболее престижные московские вузы. Они гордятся своими успешными выпускниками, работающими в наиболее престижных вузах мира, успешными бизнесменами, за что те отвечают взаимностью, фактически взяв на себя обеспечение родных университетов. Благодаря им вузы имеют гранты на научные исследования, оснащенные по последнему слову техники аудитории и комнаты в общежитиях, зарплату ведущим преподавателям от тысячи долларов и выше, оплату образования тысячам одаренных молодых людей, к тому же стипендии студентам не менее 50 долларов. Материальными атрибутами гордости вуза за своих учеников, в частности, служат

таблички возле аудитории «Класс оснащен на средства X, который является выпускником нашего университета».

Если что-то нельзя предотвратить, это нужно возглавить.

Значительным экономическим потенциалом обладает историческое богатство страны. Это только для линейной логики история не может рассматриваться как начальный капитал. Для нелинейной логики история, которую имеет наша страна, – это огромное наследие, только нужно правильно им воспользоваться.

Цифры и факты

Согласно расчетам, выполненным по методике Всемирной туристической организации, объем туристических услуг в 1998 году в Украине оценивался в 3,8 млрд долларов США, или 8,4 млрд гривен. В виде налогов и других обязательных платежей в госбюджет перечислено 3,2 млрд грн.

Объемы туристических услуг для иностранных граждан составляют лишь около 20% от экспорта товаров и услуг во внешнеторговом обороте страны (Туризм, 1999).

Остается лишь предполагать, каким бы мог быть вклад туристической сферы, если бы не многочисленные налоговые, визовые, бюрократические и сервисные преграды.

Приведенные примеры – не конкретные предложения для практического внедрения, а лишь теоретическая иллюстрация принципов использования метода. За его прикладную реализацию должны отвечать профессионалы. И осуществить это – задача очень непростая. Она требует огромного напряжения сил многих ведомств и секторов народного хозяйства, умелой «раскрутки» (прежде всего внешней) значительного количества объектов, видов продукции и услуг. Необходимо решить непростые вопросы инвестирования, реструктуризации экономики, создания принципиально новой инфраструктуры и подготовки специалистов. Но только при такой смене подходов, принципов и методов можно ожидать успехов национальной экономики в новом тысячелетии.

«Все ввозить, ничего не вывозить – и тогда мы разбогатеем!» – с этого наивного лозунга начала свой экономический путь независимая Украина. Эта политика, явный образец линейной логики, к сожалению, причинила немало вреда экспортному

потенциалу Украины, привела к потере многих внешнеэкономических секторов, где мы имели ощутимые преимущества. А по многим позициям на рынке стран бывшего СССР (электронные микроскопы, киноплёнка, локомотивы, грузовая авиация, тяжелое насосное и компрессорное оборудование, промышленные и судовые рефрижераторы и другое) отечественные товаропроизводители имели почти монопольное влияние.

Время, которое прошло с тех пор, многому нас научило. Выяснилось, что не все то богатство, что ввозишь, и не все то потери, что вывозишь. Более того, постепенно становилось понятным: для того чтобы богатеть, нужно как раз больше экспортировать, чем импортировать. Ведь продавая что-то, мы привлекаем энергию (капитал) в систему, а покупая, тратим (теряем) эту энергию. Слава Богу, мы уже поняли эту аксиому (которую, кстати, весь мир освоил давно). Теперь научиться бы искусству ее реализации. А это намного сложнее...

Линейная логика тужит об утечке «мозгов» за границу. Нелинейная логика заставляет думать, как лучше всего наладить этот эффективнейший вид экспорта, позволяющий захватывать нашим людям сферы влияния во всем мире. Если, конечно, мы сумеем устроить, чтобы наши люди оставались нашими. Нет слов, остановить утечку «мозгов» очень сложно. Но на порядок труднее наладить управляемый процесс экспорта знаний, навыков и информации. Не запрещать и не созерцать пассивно, но управлять процессом с выгодой для себя и своих граждан, в том числе и выезжающих. Управлять нелинейными процессами значительно сложнее.

Заметки на каждый день

- «Нет плохих условий - есть наше неумение их использовать», - это принцип нелинейной логики.
- «Комсомольские активисты говорили: «Если пьянку нельзя предотвратить - ее нужно возглавить!».
- Если проблему нельзя разрешить, нужно начинать думать, как извлечь из данной проблемной ситуации пользу.
- Если вам не хватает 100 рублей, не думайте о том, где бы их одолжить, думайте о том, как заработать 1000 рублей... на вашей нехватке 100 рублей. Тем более об этом нужно подумать, если вам хронически не хватает 100 рублей.



Глава 19

*Стратегия и тактика
управления
в информационном
обществе*



Стратегия инновационной экспансии, или Обгонять не догоняя

Как уже отмечалось, при переходе к информационному обществу происходит ускорение смены гомеостазов социальных систем: как отдельных структур (предприятий, национальных экономик), так и целых сообществ, которым принадлежат данные структуры (стран, регионов, мировой экономики). Таким образом, появляются предпосылки постоянного обновления стартовых условий развития социальных систем. Это объясняется тем, что ускорение смены гомеостазов вынуждает экономические системы сокращать жизненные циклы изделий и услуг. Так как общество все чаще «меняет кожу», изделия должны все быстрее пробегать свой жизненный путь, проходя стадии: «молодости» (создания и раскрутки), «зрелости» (эффективного производства и реализации), «старения» (снижения спроса на изделие и снятие его с производства). В такой системе размываются предпосылки закрепления долговременного лидерства какой-либо из структур. Формы и преимущества, полученные за счет накопленного технологического задела, периодически исчезают. Из-за частой смены поколений, базовых видов продукции и технологий экономическим системам приходится снова и снова начинать «с нуля» борьбу за предпочтения потребителей.

Другой причиной, уравнивающей стартовые условия предприятий и экономических объединений, является расширение информационного поля (увеличение многообразия) создания новых товаров. Информационная революция продуцирует научные открытия, технологические принципы, новые материалы и конструкторские идеи со все возрастающим темпом. И хотя

тот же научно-технический прогресс многократно облегчил промышленное внедрение указанных инноваций, предпринимательская деятельность уже не успевает освоить лавинообразный поток информационных новинок.

Таким образом, на фоне постоянного «размывания почвы» под ногами признанных авторитетов бизнеса начинают возникать незанятые инновационные поля, куда могут в любой момент ворваться новички данного сектора рынка – как отдельные предприятия, так и целые страны. Необычность ситуации усиливается еще и тем, что старожилам рынка становится труднее контролировать свои ниши. Дело в том, что новые изделия и услуги могут выполнять принципиально новые функции, которых не знали их предшественники. Часто происходит совмещение функций, выполнявшихся ранее несколькими совершенно различными товарами. Из-за этого границы секторов рынка, куда могут вторгнуться новые продукты, оказываются размытыми. Временные интервалы инновационной экспансии и ее последствия трудно прогнозируемы. Все вместе приводит к смене видов и форм конкуренции. На смену *прямой конкуренции* на рынках определенных товаров и услуг (в рамках *одних и тех же функций*) приходит косвенное соперничество за привлечение средств (которые всегда ограничены в своей массе) потенциальных потребителей в рамках *различных функций*.

Подробности

Например, развлекательные услуги Интернета, казалось бы, не являются прямыми конкурентами целому комплексу традиционных услуг и товаров (в частности, ресторанному бизнесу и шоу-индустрии). Но они конкурируют в главном: соперничестве за свободное время потенциальных клиентов, оплачиваемое из их кармана.

Интернет начинал свой жизненный путь «невинным младенцем и паинькой», подававшим надежды исключительно на интеллектуальное будущее. Разве могли в этом «тихоне» усмотреть конкурента «акулы бизнеса» в области связи, почтовых перевозок, информационных бюро и многого другого. Не говоря уже о собиравших каждый вечер миллионы клиентов представителей порноиндустрии. Чуть повзрослев, Интернет стал «понемногу подрабатывать на почте», передавая короткие сообщения. Это невинное, на первый взгляд, занятие стало впоследствии роковым для целого ряда отраслей коммуникационной индустрии. Их клиентов «тихой сапой» стал переманивать к себе новичок, опутавший весь мир своими «web-щупальцами». Все, что он предлагал: передачу текстовых сообщений,

фото- и видеоизображений и даже телефонные переговоры, - было оперативней, удобней (прямо на дому) и самое главное - значительно дешевле.

«Став на ноги», Интернет жестко заявил о своих правах, не гнушаясь любым рыночным сектором, где пахло наживой. Недавние авторитеты шоу и развлечения выстраивались в очередь, чтобы получить у него работу. Бары срочно перестраивались в Интернет-кафе, «акулы» порноиндустрии были счастливы заявить о своей причастности ко Всемирной паутине...

Так на практике выглядит стратегия инновационной экспансии: не ввязываясь в борьбу на существующих рынках, занять позицию на совершенно свободном рыночном пространстве, привлекая туда клиентов, и расширять сферы своего влияния по мере становления нового метода и развития его прикладного потенциала.

Таким образом, стратегией инновационной экспансии можно считать поведение экономических субъектов, целью которого является развитие принципиально новых сфер деятельности. Подобная стратегия предполагает концентрацию инновационного потенциала данного субъекта на прорывных направлениях. В данном случае под инновационным потенциалом понимается совокупность финансовых, материальных и трудовых ресурсов, которые может использовать данная система для реализации пилотных проектов, т.е. таких, которые направлены на производство новых видов продукции.

Примечание

Сказанное означает, что проект, который является пилотным для данной фирмы или страны, должен быть пионерным для всего сообщества. Как правило, не следует расходовать инновационный потенциал на реализацию условно пилотных проектов. Такие проекты можно считать новыми лишь для данного субъекта, так как они предполагают освоение вида продукции, нетрадиционного только для экономических условий данной общественной структуры. Это требует большого напряжения сил и задействования всех стадий производства, включая нулевой цикл (научная, конструкторская и технологическая подготовки), обучение персонала, наращивание инфраструктуры и т.п. Однако данный проект не может считаться пилотным в полном смысле слова. Ведь он может уже быть реализован где-то еще. Даже если все задачи, связанные с проектом, будут успешно решены данным субъектом, то время, которое уйдет на это, может оказаться невосполнимо упущенным - осваиваемая продукция успеет безнадежно устареть морально. Все придется начинать сначала, чтобы снова оказаться в хвосте экономического прогресса. Таким образом, хозяйствующий субъект обрекает себя на роль

вечно догоняющего аутсайдера. К тому же, кроме внутренних задач, связанных с реорганизацией производства, данной экономической системе предстоит решать серьезные внешние проблемы конкурентной борьбы с гораздо более искушенными соперниками на уже сложившихся рынках.

В противовес этому стратегия инновационной экспансии предполагает освоение условно «целинных рыночных территорий», где еще не сложилось конкурентное противодействие и где субъекту хозяйствования предстоит преодолевать лишь собственные трудности первопроходца с сопряженным риском. В случае успеха наградой за это может стать хоть и тяжелое, но престижное и прибыльное бремя лидера. Потребности же в других видах продукции, не относящиеся к инновационно приоритетным для данного субъекта, могут быть удовлетворены закупкой на стороне готовых товаров либо отлаженных технологических линий для их тиражирования.

Об Украине и стратегии «догоняющего лидера»

Тот факт, что Украине приходится догонять ведущие страны, трудно оспорить. Однако догонять можно по-разному, и здесь важно правильно выбрать траекторию развития. Стратегия движения «след в след» заведомо обрекает страну на роль аутсайдера. Обратной стороной этой стратегии являются попытки поднять уровень всех наших звеньев до мировых стандартов, налаживая в них собственное производство.

Представляется более перспективной другая стратегия – «догоняющего лидера». При ней конкурентам на откуп отдаются заведомо слабые звенья национальной экономики (что-то – технологии – здесь покупается; что-то отдаётся инвесторам; что-то просто завозится из-за границы, не требуя затрат собственных сил). Средства и энергия должны концентрироваться исключительно на направлениях главного инновационного прорыва, где страна имеет предпосылки в ближайшем будущем выйти на лидирующие позиции. Таким образом, любимый девиз Н.С. Хрущёва: «Догоним и перегоним!» – изначально неправильный лозунг. Перегонять нужно, не догоняя, а по обгоняющей траектории.

Примечание

По всей вероятности, ошибочным можно считать принятое под нажимом государства решение создать в Украине собственное производство «любимых народных автомобилей» (речь идет о производстве «Даевоо»). Во всяком случае, в том виде, в котором это было сделано в стране (отказ государства от значительной суммы налогов, дополнительные издержки, которые должно нести население в виде ввозной пошлины на другие виды автомобилей, пр.). В то же время обделенными государством остаются те секторы научного и производственного комплекса, где может быть обеспечен прорыв на лидирующие позиции (создание искусственного интеллекта и разработка на базе этого нового поколения вычислительной техники, информационная медицина, образовательные технологии, рекреационная сфера и многое другое).

«Догоним и перегоним!» – неверный лозунг. Перегонять нужно, не догоняя.

Стратегия инновационной экспансии может использоваться на микроэкономическом, региональном и макроэкономическом уровнях, т.е. как отдельными предприятиями, так и регионами или странами. К сожалению, для осуществления подобной политики в Украине существует значительное количество преград, которые она сама и создаёт. В частности, визовая и таможенная политика делают ее «закрытой» для активного экспорта услуг. Украина – одна из немногих стран, которая долгое время сохраняла вывозную (!?) пошлину на собственную полиграфическую продукцию, блокируя экспорт научной и образовательной литературы. Да и сейчас налоговая политика страны далека от совершенства для развития собственной полиграфической промышленности.

Цифры и факты

Въезд в Украину гражданина любой страны дальнего зарубежья обходится ему в 130-370 американских долларов (стоимость визы, различные формы регистрации), не считая моральных издержек от бюрократического беспредела. Стоит ли удивляться, что наша страна остаётся «пустыней» для туризма и отдыха зарубежных граждан?! Для сравнения отметим, что въездную визу в Турцию можно получить прямо в аэропорту или на границе всего за 10 долларов и несколько минут ожидания.

Одним из наиболее эффективных товаров будущего могут стать образовательные технологии. Во-первых, это наиболее

наукоемкий товар; во-вторых, он обеспечивает стране нужный вектор развития, т.е. вооружает граждан страны нужными качествами для вхождения в информационное общество (в том числе навыками самообучения, самоуправления и нелинейного мышления); в-третьих, при экспорте образовательных технологий может быть обеспечен приток в страну наиболее перспективных интеллектуальных ресурсов.

В информационном обществе с его быстрой сменой ориентиров на ведущие позиции должны выйти страны, способные создать адекватные образовательные системы, которые бы обеспечивали необходимыми знаниями и умением адаптироваться в информационной среде, а при необходимости – позволяли бы быстро сменить ориентиры. И очень важно удержать тот научный и образовательный потенциалы, которые, к счастью, еще имеет наша страна. Они держат опоры моста, ведущего в будущее. Если удастся его удержать, Украина обречена на успех.

Используя энергию позитива, или Что предвосхитила Библия

В условиях ускоренного развития социально-экономических систем, предполагающего чрезвычайно частую (практически постоянную) смену гомеостазов системы, необходимо кардинально пересмотреть отношение к использованию мотивационного инструментария.

Согласно традиционному определению, мотивация – это относительно стабильная система мотивов (т.е. побудительных причин, поводов к действию), определяющая поведение данного субъекта. Виды мотивации дифференцируются на две основные группы:

- *отрицательную* (наказание);
- *положительную* (поощрение).

Примечание

Обычно предполагается определенная идентичность результатов мотивационного воздействия первой и второй групп («кнута и пряника»). Между тем в свете методологии развития следует признать, что указанные два вида мотивации различаются не только формой мотивационного воздействия, но и функциями, которые они выполняют.

Предназначение отрицательной мотивации, которая связывается главным образом с предписаниями, запретами, ограничениями, – удержание (сохранение) существующего гомеостаза (т.е. устойчивого равновесия системы).

Положительная же мотивация, опирающаяся на различные виды стимулов, поощряет совершенствование системы, что содействует трансформационным изменениям, подготавливая почву для перехода к новому гомеостазу системы.

Таким образом, совпадение в названии указанных видов мотивации и механизмов обратной связи отнюдь не случайно. Отрицательная мотивация предназначена, главным образом, для реализации механизмов отрицательной обратной связи, положительная связана с претворением в жизнь механизмов положительной обратной связи.

Переход к информационному обществу, предполагающему быструю смену состояний системы, требует перестройки всей системы мотивационных механизмов. На смену видам воздействия, основанным на отрицательной мотивации, должны прийти инструменты, в основе которых лежала бы положительная мотивация.

Примечание

Может быть, не случайно так различаются по стилю, а главное, по внутренней философии (логике и мотивационному инструментарию) заповеди в Ветхом и Новом Заветах Библии. Если верить в закономерный характер ее появления на свет, это наводит на определенные размышления...

Невольно напрашивается параллель между особенностями указанных двух идеологических систем и спецификой развития человечества до перехода к информационному обществу и после него. При этом трудно избавиться от впечатления, что упомянутые две части Библии (а фактически два прогностических труда) были кем-то оставлены «на вырост» для нравственной подготовки человечества к очередному этапу его развития.

Ветхий Завет словно предшествует доинформационному этапу развития человечества с его относительно продолжительными периодами устойчивости гомеостазов. В этих условиях отрицательная мотивация соответствует приоритетной задаче поддержания социально-экономической стабильности. Именно на мотивации сдерживания основаны Моисеевы заповеди. Они содержат все необходимые атрибуты отрицательной мотивации: и *запреты* («не убивай», «не прелюбодействуй», «не кради», «не бери взятку» («даров»), «не клеветчи...»), и *ограничения* («шесть лет засевай свою землю,.. но на седьмой год не возделывай ее...», «шесть дней работай, а на седьмой день отдыхай!», «купленный раб работает

только шесть лет, а на седьмой пусть выйдет на свободу без выкупа»), и *наказания* (напоминания о которых повсеместно содержатся в Завете). Угрозой конкретного наказания заканчиваются многочисленные заповеди, регламентирующие детально все стороны общественной жизни. Спектр предусмотренных наказаний довольно широк. Здесь активно используются, как сейчас бы сказали, экономические инструменты (компенсация причиненного ущерба, в том числе и на основе прогрессивных коэффициентов, например, удваивающих плату). Предусмотрено даже наказание за убытки, причиненные из-за оставленной ненакрытой ямы. Если туда упадет и погибнет домашнее животное, хозяин ямы должен возместить хозяину животного ущерб, получая при этом возможность забрать себе тушу животного (как подобное правило пригодились бы в современных условиях Украины, где от незакрытых люков на дорогах и тротуарах разбивается транспорт и увечатся люди!). Регламентируются также наказания за телесные повреждения. Наряду с наиболее цитируемыми в наши дни «око за око, зуб за зуб», следует перечень: «жизнь за жизнь, руку за руку, ногу за ногу, ожог за ожог, ушиб за ушиб, рану за рану». Кроме угрозы наказания здесь одновременно содержится его ограничение (не более, чем «око за око»...). Увечие же раба чревата его потерей - даже за выбитый зуб его следует отпустить на свободу. В числе наиболее распространенных наказаний - смертная казнь. Она следует за многие виды прегрешений: убийство, хищение человека, проклятие своих родителей, попытку поднять на них руку, причинение зла вдовам и сиротам и др. (Исход 20:1-23).

В *Новом Завете* существенно отличаются форма и характер мотивации. Нет, старые заповеди не отменяются («...и одна даже самая малая буква не исчезнет из закона, пока не исполнится все»). И действительно, новая нравственная основа, сохраняя прежнюю, как бы надстраивается над ней. Действие старых заповедей не только не прекращается, но даже усиливается. Эта мера, видимо, стала объективно необходимой в силу предпосылок возникновения новых общественных условий.

В *Новом Завете* положения заповедей ужесточаются, условно говоря, «на порядок»: если в *Ветхом Завете* грехом считается только несправедливое действие, то в *Новом* - даже слово и помысел («прегрешение в сердце»). В рамках *линейной логики* реализация такой парадигмы, скорее всего, вообще была бы неосуществима. Во-первых, в полной мере невозможно организовать внешний контроль за нарушениями. Во-вторых, должно колоссально увеличиться количество грешников: если так трудно избежать греховных деяний, то как можно удержаться от неправедных мыслей? В-третьих, если практически все становятся грешниками, кому тогда судить и наказывать? Если друг друга - все превращается в нелепость, лицемерие или фарс. В-четвертых, за ужесточением заповедей логически должно последовать и ужесточение наказания за их нарушение. Если это все же удастся реализовать (несмотря на первые три противоречия), очень скоро вообще не останется в живых тех, кого нужно судить и наказывать.

Задача, которая неразрешима на основе *линейной логики*, гениально решена в рамках *нелинейного мышления* и *позитивной мотивации* *Нового Завета*. Основой ее реализации становится самоконтроль и совесть каждого. Контроль за

поведением человека переносится из внешней во внутреннюю сферу его самоорганизации («не суди, да несудим будешь!»), прежде надо разглядеть «бревно» в своем глазу, а не искать «соринки» в глазах других).

Такой строгий самоконтроль должен сопровождаться толерантным отношением к окружающим: «А если кто заставит тебя пройти с ним версту, пройди с ним две версты. И если кто попросит у тебя что-нибудь, то дай ему... Вы слышали слова: «люби ближнего своего, но ненавидь врага своего». Я же говорю вам: Любите врагов своих и молитесь за тех, кто преследует вас...» (Мф. 5:19-48).

Нравственной основой системы становится принцип, который в православных странах принято называть законом любви, а в католической и протестантской среде - «золотым правилом»: «*Поступай с другими людьми так, как хочешь, чтобы они поступали с тобой*».

Стимулирующей основой становится *позитивная мотивация*. Самое большое наказание - потеря ее, т.е. утрата ощущения блаженства (радости) жизни в гармонии с собой и окружающими.

Принципиально изменяется само функциональное назначение отрицательной мотивации при прегрешении.

Главное - не само наказание за грех и даже не его неотвратимость (как любят иногда подчеркивать), но создание мотивов к самосовершенствованию человека на основе осознания ошибок (покаяния) и их исправления (искупления). Причем все это опять-таки строится на внутренней, индивидуальной работе личности, ее самооценке и самоанализе (*блаженными могут стать: кроткие, томящиеся жаждой праведности, милостивые, чистые сердцем, миротворцы, преследуемые за праведность* и т.д.).

Еще одной инновацией Нового Завета становится трансформация целевых ориентиров человека из материальной в нематериальную сферу. Отныне приоритетной задачей становится не поддержание материального благосостояния: «Не накапливайте сокровищ на Земле, где *тлен и ржавчина разрушают их...*», но духовное совершенство: «*лучше копить себе сокровища на небе, где ничто - не тлен...*» (Мф. 6:19-20). Такая цель может достигаться на основе активной жизненной политики и психологического оптимизма: «Просите и воздастся вам, ищите и найдете, стучите и отворят вам» (Мф. 7:7); «Ликуйте и радуйтесь... Пусть свет ваш сияет перед людьми, чтобы видны были ваши добрые деяния» (Мф. 5:12-5,16). На смену мотивации запугивания и ограничений приходит жизнеутверждающее стимулирование активных действий. (В тексте использованы выдержки из Библии: Современный перевод Библейских текстов, М.: Всемирный Библейский Переводческий Центр, 1997.)

Позволим себе провести параллель. Объективной необходимостью информационного общества становится внутренний самоконтроль каждого из его членов. Огромная мощь индивидуального технического потенциала отдельных исполнителей в сочетании с колоссальными скоростями протекания процессов

делают бесполезным внешний контроль. Он просто не в состоянии успеть за реальным ходом событий. Секунда промедления или неграмотность даже простого оператора уже не могут быть подстрахованы действиями «сверху» (это убедительно проиллюстрировала Чернобыльская катастрофа).

Нельзя не упомянуть и еще о нескольких важных моментах.

В доинформационных обществах, где условия жизни и деятельности были детерминированы (определены) на протяжении сравнительно продолжительных периодов времени, существовала возможность жесткой регламентации поведения людей. Модель именно подобных предписаний представлена в Ветхом Завете, где кроме общих правил («не убивай», «не кради»...) прописаны подробные детали деятельности, вплоть до того, как наказывать хозяина бодливого быка или человека, укравшего ту или иную вещь.

Ситуация коренным образом преобразуется при переходе к информационному обществу, несущему в себе колоссальное многообразие жизненных условий, которые к тому же меняются с невиданной быстротой. Здесь необходимы универсальные правила, формирующие лишь общие принципы поведения. Детализация и конкретизация их должна осуществляться каждым человеком индивидуально. Именно таковы по стилю и содержанию заповеди Нового Завета: «Остерегайтесь совершать богоугодные поступки при людях... Поэтому, когда подаете неимущему, не трубите об этом, как делают лицемеры... чтобы люди похвалили их» (Мф. 6:1–2); «Будьте готовы ко всему: пусть одежда будет на вас, и светильники зажжены» (Лука 12:35). Эффект универсальности многократно усиливается информационной емкостью заповедей Нового Завета. Как правило, они представлены в форме притчей, где основное содержание (а оно бесконечно) – между строчек.

Существует ли Закон Любви в экономике?

Еще одной проблемой, неразрешимой без индивидуального нравственного самоконтроля, является реализация экономических отношений в информационном обществе. Сама природа информационных средств производства и информационных товаров

не позволяет обеспечить защиту от безвозмездного и, главное, бесконтрольного их использования.

Подробности

В частности, появляется возможность беспрепятственно пользоваться информационными средствами производства без ведома и разрешения их автора или владельца (то есть, совершенно бесплатно). Именно это сейчас в значительных масштабах происходит с компьютерным программным продуктом (например, известными операционными системами Windows, Linux, Macintosh и др.).

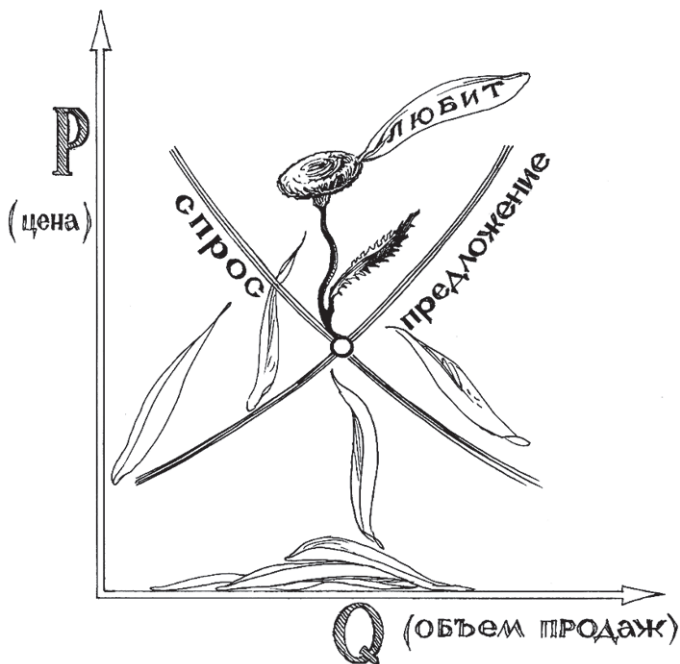
Еще одна злободневная проблема связана с отсутствием физических преград тиражированию - с целью наживы - информационных товаров после того, как те куплены (например, видео- или аудиопродукция) или просто похищены (например, телевизионные программы).

Мы имеем в своем активе могучий закон, знание и использование которого может значительно ускорить процессы общественного развития. Этот закон столь же объективен, как, например, закон всемирного тяготения, но объективность его человечество до сих пор до конца не осознало, хотя он был открыт уже, по крайней мере, 200 лет тому назад. Возможно, потому, что этот закон действует не в физической среде, а в обществе и не имеет четких математических интерпретаций (до сих пор вообще не существует материалистической его формулировки), возникает иллюзия необязательности его действия.

Как известно, незнание законов не освобождает никого от их действия. В данном случае из-за непонимания этой великой организующей силы общественной жизни человечество не одно тысячелетие блуждает во мраке войн, недоверия, массового воровства и нищеты. Речь идет об уже упомянутом законе любви.

Закон Любви не менее объективен, чем закон всемирного тяготения.

К сожалению, до сих пор считается, что поле действия этого закона и его осмысление ограничиваются теологической сферой. Между тем, он имеет неограниченное прикладное, так сказать, мирское значение во всех сферах общественной жизни. И только при условии его осознания и соблюдения открывается дорога к будущему информационному обществу вообще и к секретам нелинейной логики в частности.



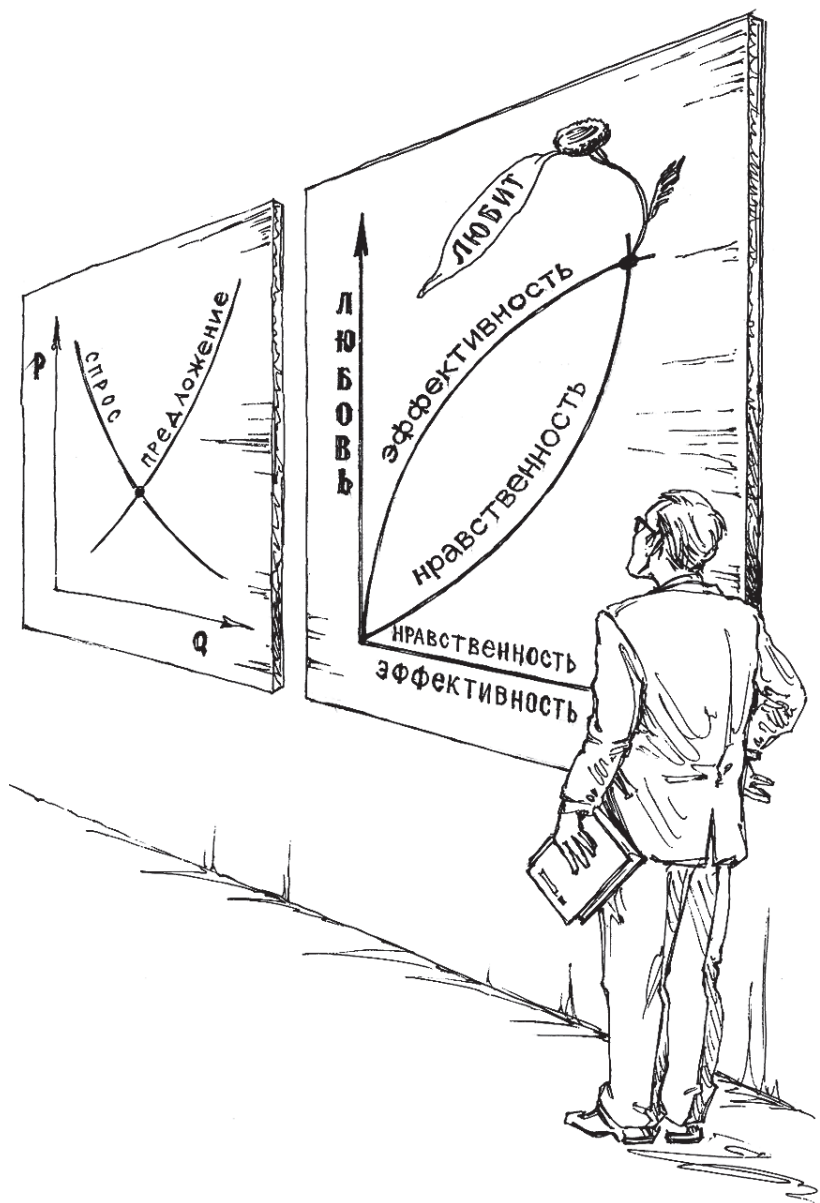
Подробности

Самую лучшую экономическую интерпретацию этого закона автору довелось услышать от известного российского экономиста и писателя, профессора Николая Шмелева: «Все, что безнравственно, - неэффективно, все, что неэффективно, - безнравственно».

По всей стране стоят бесчисленные «памятники» нарушениям этого закона: недостроенные сооружения, безобразные строения, разбитые дороги, похожие на пустыню новостройки...

А еще: тысячи тонн зарытых в землю металлоконструкций, сотни тысяч кубометров бетонных плит, миллионы кирпичей. Это только то, что как мусор зарыто в землю при постоянном дефиците стройматериалов. Государство делало вид, что платит, люди делали вид, что работают.

А сколько материалов загублено в натянутых по всей стране дачах, которые по размерам «не тянут» даже на плохонькие сараи и соответствуют по западным стандартам габаритам туалетов. Все это благодаря строгим ограничениям, а фактически запретам, на нормальную жизнь и здравый смысл: габариты - не



больше 3х4 метра, и почему-то: «ни в коем случае - мансарда!» (то есть комнатка под крышей). Не будь этой бессмыслицы, сколько людей могло бы своими руками создать себе нормальные жилищные условия! Такие примеры можно приводить бесконечно, однако лучше - о примерах положительного характера, когда удается остановить бездушное колесо и вдруг проявляется мощная энергетика положительной мотивации.

Все, что безнравственно – неэффективно.

Все, что неэффективно – безнравственно.

Позитивный инструментарий обладает колоссальной энергией воздействия. К счастью, положительная мотивация имеет не меньший арсенал инструментов, чем негативные рычаги. Вот лишь несколько примеров сегодняшнего дня.

Введение в Украине фиксированного налога (вместо дифференцированного – в зависимости от дохода) в частном пассажирском извозе позволило почти мгновенно решить вечно «больную» проблему транспорта. А главное – тысячи людей сделало честными, потому что теперь не нужно прятать свою выручку. И этот вторичный результат по своему социальному значению не менее важен, чем первое достижение.

Переход в сельском хозяйстве на организацию сбора урожая за какую-то часть собранного урожая (как это делается везде в мире) позволил отказаться от «армии» студентов, учеников и служащих, которых каждую осень принудительно выгоняли на поле, чтобы бесплатно выковыривать из мерзлой земли морковь или свеклу (а чаще лишь имитировать процесс). При этом еще выставлялись «заградительные отряды», обыскивавшие «добровольных» помощников: не спрятали ли они случайно под курткой одну-две драгоценные морковки.

Подобных примеров с каждым днем становится все больше. Это следствие свободы предпринимательства. Однако их, к сожалению, еще недостаточно, чтобы вдохнуть в обмякшие мышцы общества и экономики новую жизнь. Благодаря позитивной мотивации появляются и прогрессивные преобразования. А с ними в жизнь еще недавно тотально закрытого общества стремительно врываются электронные провайдеры, Интернет-кафе, услуги виртуальной сети, мобильная связь, дистанционное обучение, массовое использование множительной техники, эксп-

ресс-курьерская связь – и многое другое, о чем еще вчера невозможно было даже мечтать.

Никто не возражает, в принципе, против сохранения в общественной жизни такого метода, как наказание, с его соответствующей инфраструктурой контролирующих и силовых органов. Но негативная мотивация никогда не заменит позитивную. У них просто различные функции: первая сдерживает, вторая окрыляет, вдохновляет и двигает. Веревка или кнут никогда не заменят крыльев или двигателя. Сколько ни угрожай и штрафуй, не взлетишь, если нет крыльев.

Система мотивационных инструментов должна быть сбалансированной: на каждый запрет или наказание должен существовать его антипод – стимул или льгота. Коррупция и тотальное воровство в нашей стране действительно есть чуть ли не наисерьезнейшим экономическим фактором, который не дает ни на шаг сдвинуться вперед. Но разорвать эту «цепь» можно только энергетикой положительной мотивации. Пусть судьи и прокуратура делают свое дело, но рядом должна заработать система гражданского уважения и экономического поощрения тех, кто развивает отечественное производство, добивается научных или культурных достижений, просто содействует улучшению жизни наших сограждан.

О бифуркациях, тендере и не только...

Бифуркационные механизмы резко увеличивают вариантность развития. При бифуркации (разветвлении) старая система как бы прекращает существование и на её месте возникает одна или несколько систем, продолжающих линию преемственности. В этом случае создаются предпосылки отбора наиболее эффективных состояний системы.

Рыночная экономическая система создаёт разнообразные виды формирования бифуркационных механизмов, при умелом использовании которых государство может добиться значительного повышения эффективности функционирования подразделений национальной экономики. Речь идёт прежде всего о внедрении конкурсной системы финансирования научных коллективов, распределения государственных заказов, приватизации объектов государственной собственности, пр.

Примечание

Символом конкурсности в развитых странах считается слово «тендер». Так называются торги или конкурсная форма размещения заказа. В частности, чаще всего именно посредством участия в тендере предприятия имеют возможность получить госзаказ на выполнение какой-либо работы или производство продукции.

Использование тендерной системы при размещении заказов обычно позволяет решить три вида задач, а именно: выбрать предприятия, обеспечивающие: 1) наиболее низкие цены (при фиксированном качестве); 2) наиболее высокое качество (при фиксированной цене); 3) наиболее сжатые сроки выполнения работ (при фиксированных качестве и цене).

Увы, внедрение тендерной системы в отечественную практику, к сожалению, привело к обратным результатам: увеличению цен, снижению качества, увеличению сроков выполнения работ. Основными причинами таких плачевных результатов, заставивших в конечном итоге отменить тендерную конкурсную систему, были коррупция чиновников, проводивших конкурс, и предварительныйговор его участников.

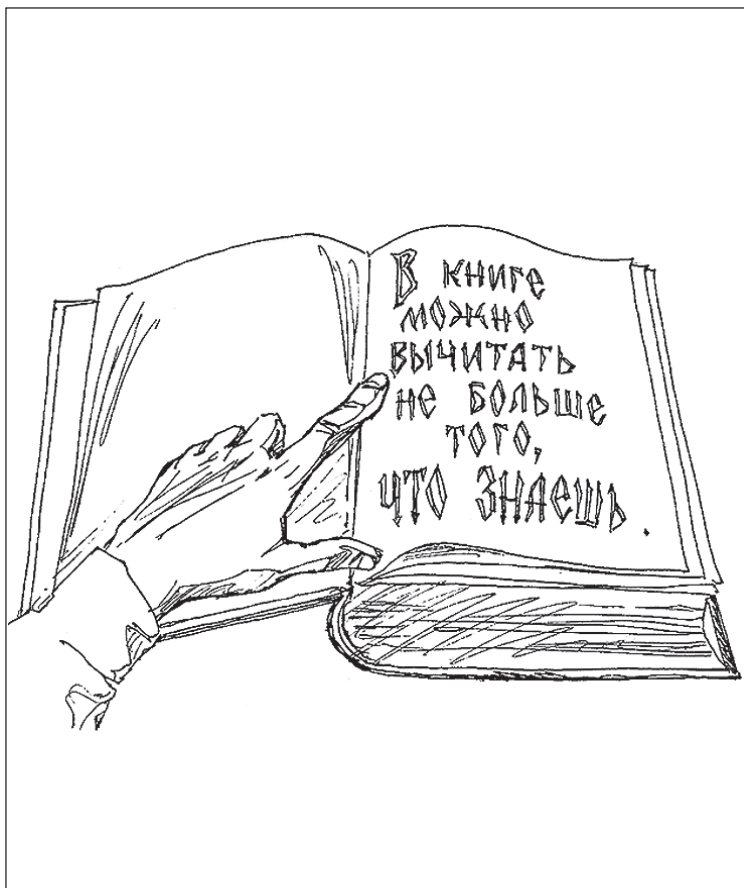
Неудачный опыт внедрения тендерной системы распределения госзаказов в отечественных условиях сделал очевидной необходимость предварительной подготовки к использованию управленческих инструментов. Цель такой подготовки – сформировать в обществе необходимые условия для восприятия осуществляемых трансформаций. Во-первых, должна быть обеспечена соответствующая мотивация, побуждающая людей действовать в необходимом направлении; во-вторых, участники процесса должны быть ознакомлены с «правилами игры» и обладать необходимыми навыками их реализации; в-третьих, руководители должны уметь контролировать происходящие процессы в пространстве и времени, внося там, где это нужно, необходимые коррективы. Перечисленные моменты во многом обусловлены системной социальной памятью.

Заметки на каждый день

- *Жизнь изменяется с такой скоростью, что скоро останется только одна неизменная вещь - сами изменения.*
- *В обстановке быстрых изменений не надо бояться отстать от кого бы то ни было. Куда бы ни бежала толпа, она скоро победит в другом направлении. Вы можете оказаться впереди, если правильно спрогнозируете новый вектор движения толпы. Не надо бояться отстать от толпы - нужно бояться отстать от жизни.*

- *Это лишь на первый взгляд методы кнута и пряника направлены на достижение одной и той же цели. В действительности у них совершенно разные функции. Метод кнута стоит на страже существующего порядка. В его арсенале запреты, ограничения, дисциплина, строгий контроль, обеспечивающие поддержание сложившегося гомеостаза системы. На производстве его охраняют нудные, вечно ворчащие люди с очень важной функцией поддержания максимальной эффективности существующего производства... Ни граммом больше или меньше, ни секундой раньше или позже.*

Но нужны и другие люди, обеспечивающие механизмы положительной обратной связи, которые изменяют имеющийся уровень гомеостаза системы. Это они готовят будущие трансформации и революции, закладывают плацдармы для грядущих скачков и прорывов на новые высоты технологий и эффективности. Для них - метод пряника: свобода действий, поощрения, похвалы, но главное - доверие...



Глава 20

Социальная память



Что помнит общество

Темпы социально-экономического развития общества, в конечном счете, зависят не от машин, оснащения, технологий и материалов. И даже не от текущей производительности труда. А от способности общества накапливать и закреплять информацию. Эта способность – своеобразный «культурный генетический код» нации.

Под *системой социальной памяти* понимается существующая в обществе способность *накапливать, хранить и воспроизводить информацию* о событиях внешнего мира и реакциях на них самой социально-экономической системы. В качестве обеспечивающих факторов национальной системы социальной памяти могут рассматриваться: хранение информации об исторических событиях, доступность для населения этих данных, возможность свободного анализа прошлого опыта, способность общества использовать информацию о зарубежных достижениях, пр.

Одна из функций социальной памяти направлена на воспроизводство информационных программ поведения общественных систем. Управление – это прежде всего процесс воздействия на социальную структуру с целью поддержания устойчивости данной системы либо изменения в заданном направлении ее состояния. При этом социальная система может изменяться только по тем траекториям, по которым в ее памяти существует достаточный информационный ресурс. Это значит, что среди возможных сценариев поведения системы могут оказаться лишь те, которые позволяет извлечь либо сконструировать ее память.

В числе возможных вариантов можно назвать:

- стандарты (сценарии) *прошлого поведения* самой системы в аналогичных условиях;

- образцы поведения *других социальных структур* в подобных ситуациях (на основе доступной о них информации);
- *инновационные поведенческие сценарии*, сконструированные из доступного информационного материала, а именно: прогнозируемых параметров внешней и внутренней среды, допустимых пределов действия (или бездействия) и связанных с ними рисков, возможных затрат и выгод по каждому из сценариев.

Примечание

Так как принятие решений по поводу выбора того или иного сценария развития событий осуществляется конкретными людьми, то восприятие затрат и выгод носит в большей или меньшей степени субъективный характер. В частности, формально на уровне хозяйствующего субъекта они выражаются величиной общих экономических издержек и получаемой прибыли. Реально же выбор может больше зависеть от вполне конкретной для физического лица, принимающего решение, цены его реализации (а это могут быть и физическая нагрузка, и психологические усилия, и риск неудачи, и многое другое) в сочетании с его же индивидуальным восприятием ожидаемых выгод, как материальных (прибавка денежных доходов), так и нематериальных (карьерный рост, обретение новых связей, моральное удовлетворение, желание помочь другим людям, пр.).

В условиях современной Украины вполне реальной может быть ситуация, когда руководство предприятия, которое еле сводит концы с концами, будет отклонять чрезвычайно выгодные проекты по его развитию. Причина - директор и его окружение могут понимать, что при чересчур успешной работе предприятия им очень быстро может найтись замена. (На «лакомый кусок» всегда находится много желающих.)

И уже совсем привычной выглядит ситуация, когда успешно работающее предприятие доводится до состояния банкротства в угоду индивидуальным интересам его руководителей. Кто-то рассчитывает таким образом облегчить себе условия приватизации, для кого-то жажда получения «сиюминутной» выгоды оказывается сильнее стремления вкладывать средства в будущее процветание предприятия, а кого-то просто банально подкупают конкуренты.

Все перечисленные моменты, а именно: объективные результаты каких-то действий и их *субъективное восприятие* людьми, формирующими систему, являются функциями *памяти* данной социальной системы. На этапе принятия решений и первое, и второе может быть реализовано только в виртуальной реальности, т.е. является предполагаемым («виртуальный» от лат. *virtualis* – возможный, потенциальный).

Чем богаче арсенал виртуальных продолжений состояния системы и выше аналитические способности руководителя, принимающего решения, тем успешнее будет выбор.

Примечание

Правда, в свете вышесказанного успешность выбора может означать эффективность функционирования (развития) всей системы, но может приобретать и очертания достижения конкретных индивидуальных результатов физического лица либо группы людей. Часто последнее происходит за счет снижения потенциала развития всей системы, так как сопровождается откачкой ее «свободной энергии» (финансовых средств, материальных ресурсов, трудовых факторов).

Поэтому в числе важнейших социальных атрибутов, обусловленных памятью системы, немаловажную роль играет нравственная компонента. Именно она защищает систему от разрушения изнутри. Ибо как субъект отбора возможных продолжений системы, человек волен выбрать любой из вариантов, но он не может отменить объективных законов природы и *энергоэнтропийного критерия отбора*. Как бы ни были благородны и красивы цели, достижение любой из них требует затрат энергии. Для социальной системы это выражается в расходовании ее средств (материальных, информационных, денежных). Привлечь их она может, лишь извлекая из природной среды либо зарабатывая, обмениваясь с другими сообществами произведенной продукцией. Невозможно тратить средств больше, чем их зарабатываешь. На этом основано существование материального мира. И если принимаемые решения будут способствовать снижению баланса между притоком и расходом энергии, система неизбежно будет деградировать, независимо от того, благими или не очень были побуждающие мотивы предпринятых действий.

Являясь субъектом отбора, выбирая те или иные варианты, человек постоянно остается объектом отбора природы, согласно ее единому энергоэнтропийному критерию. Результатов неправильных решений может быть только два: либо социальная система найдет возможности отстранить принимающего решения от управленческих функций, видя объективные результаты его деятельности; либо сама система разрушится из-за энергетической несостоятельности своего функционирования (семья распадется, предприятие обанкротится, государство де-юре или де-факто потеряет независимость).

«В книге можно вычитать не больше того, что знаешь»

На основании всего вышесказанного можно сделать вывод, что основными факторами, формирующими *память социальной системы*, могут являться:

- опыт системы, сохраненный в знаниях, навыках, традициях, привычках, материальных объектах, культурных ценностях, нравственных устоях;
- возможность приобретения и освоения новой информации (в частности, об опыте смежных сообществ), включая наличие технических средств;
- возможность критического осмысления и творческого использования прошлого опыта и новой информации; это, в свою очередь, зависит от интеллектуального потенциала общества, его творческой энергии, свободы волеизъявления, пр.;
- действующая в обществе формальная и неформальная правовая основа, запрещающая, ограничивающая или поощряющая те или иные действия;
- система мотивации;
- нравственные устои общества;
- условия возникновения синергетических эффектов, при которых интеллектуальный потенциал общества оказывается больше суммы интеллектуальных потенциалов его отдельных членов;
- лидерский потенциал элиты общества, обеспечивающий синергетический эффект коллективного поведения членов общества, объединяющий все перечисленные факторы для достижения единой цели.

Эти факторы чрезвычайно важны для формирования систем социальной памяти на любом из уровней общественных структур. Реализации любого из решений должна предшествовать тщательная подготовка соответствующих блоков памяти для восприятия поставленных целей и адекватной реакции на их достижение.

Примечание

В противном случае решения воспринимаются как инородная, чужая (а значит, чуждая и в значительной степени опасная) информация. Реакцией системы на подобную информацию чаще всего является прямое или скрытое блокирование

предполагаемых изменений: создание отдела маркетинга на предприятии, приватизация объектов промышленности в национальной экономике и т.д. Система продолжает выполнять привычные функции. Они кажутся ей более безопасными, а главное, менее затратными. Ведь все непривычное, пионерное требует - объективно и субъективно - дополнительных усилий. Кому-то они могут показаться просто «неподъемными». К тому же знакомые, легко прогнозируемые и, что существенно, легко (в смысле затрат энергии) достижимые выгоды для большинства кажутся более предпочтительными, чем с трудом прогнозируемые инновационные эффекты, несущие в себе риск и тяготы неизвестного. Синица в руках оказывается привлекательней журавля в небе. И вновь созданный отдел маркетинга продолжает выполнять работу прежнего отдела сбыта, осуществляя лишь механический сбор заказов на старую продукцию вместо активного исследования рынка для инициирования выпуска новых изделий. А приватизированное предприятие тихо растаскивается деньгами и натурой. Чтобы его поднять, несколько лет жизни уйдет, а есть и жить хочется сегодня...

Основная задача подготовки для восприятия инноваций – сделать объективные и субъективные издержки по их внедрению менее пугающими, а выгоды реализации более привлекательными.

Одно из возможных направлений по разворачиванию памяти системы навстречу готовящимся переменам – проведение образовательных, просветительских и тренинговых программ. Люди оказываются ближе к готовящемуся будущему. Оно будет пугать их тем меньше, чем лучше они будут узнавать его детали. И чем больше они будут знать, тем большими будут их возможности по расширению круга своих познаний. Ведь в книге (по меткому выражению, кажется, Бредбери) можно вычитать не больше того, что знаешь.

Чтобы в обществе что-то изменить, нужно прежде к этому подготовить его память.

Еще одним позитивным эффектом предварительной информационной подготовки является превентивное выявление возможных проблем и ошибок предлагаемой программы действий, а значит, и путей их решения или исправления.

Здесь уместно еще раз вспомнить о двух важных выводах, которые мы сделали ранее:

во-первых, период времени, в течение которого система способна развиваться, соответствует ее информационной емкости

(памяти); иными словами, система способна развиваться лишь столько, на сколько хватает памяти; для бесконечного развития система должна иметь бесконечные ресурсы памяти;

во-вторых, темпы развития системы зависят от способности системы накапливать, закреплять и воспроизводить информацию и скорости соответствующих процессов.

Вспоминая о будущем... Украины

Уместно проанализировать проблемы и предпосылки формирования адекватных систем социальной памяти в отечественных условиях. По ряду известных причин социальная память блокировалась в нашей стране на протяжении без малого трех четвертей целого столетия.

Первое. Действовала «социальная машина», которая стирала память между поколениями. С адским усердием уничтожались информационные слои: все, что было при царизме; все, что было до революции; все, что связано с троцкизмом (а следовательно, с гражданской войной)... А потом посыпалось: каменев-зиновьевская группировка, бухаринцы, ежовщина, бериевщина, сталинский культ личности, хрущевский волонтаризм, брежневский застой... А поскольку каждый раз вся страна оказывалась за петлей времени, то и прошлое каждой семьи лучше было не затрагивать. Говорят, в цивилизованных обществах семьи должны помнить своих предков до седьмого колена. Кто у нас может назвать своих пращуров дальше третьего?

Второе. Действовал официально признанный черно-белый «далтонизм». *Ошибки и врагов* позволялось только ругать, *достижения и героев* – только воспевать. Одинаковый «срок» можно было получить за вежливое слово в адрес Троцкого (одного из главных «виновников» победы в гражданской войне) и за анекдот о Чапаеве. При таком подходе нельзя не только научиться на ошибках, но и критически усвоить опыт успехов.

Третье. В условиях шпиономании все, что можно было хоть как-то использовать по назначению, засекречивалось и пряталось от собственного народа. Наши экономисты теряли время и силы, чтобы получить из «капиталистической» литературы показатели производства продукции предприятий и областей собственной страны.

Подробности

Сегодня уже забавными кажутся воспоминания специалистов многих сфер деятельности советской эпохи, но тогда они доставляли немало хлопот и отнимали немало энергии. Географы и геологи за бешеные деньги покупали американские спутниковые карты, хотя существовали собственные, часто намного лучшего качества. Мостостроители получали после «I отдела» приобретенные за валюту атласы мировых мостов с усердно вырезанными страницами, где были технические характеристики как раз наших мостов, так необходимые для составления проектов их восстановления после войны. Половина научной литературы шла с грифом ДСП («для служебного пользования»). Для отраслевых институтов эта «половина» значила только то, что остальная имела гриф С («секретно») или СС («совершенно секретно»). Статистические справочники содержали только проценты выполнения плана. Иная статистика была закрыта.

Четвертое. Даже разрешенная информация была фальсифицирована – или с целью «декорировать» действительность, или чтобы обмануть «шпионов». Доходило до анекдотов.

Анекдотический факт

На карте города Сумы, которая была издана в Москве уже в 1985 г., речка Сумка, давшая название городу, фигурирует под названием Гуска.

Пятое. Существующие сети и коммуникационные системы не только не способствовали обработке, осмыслению и закреплению информации, но и всячески затрудняли и замедляли этот процесс. Вспомнить хотя бы, за какими «заборами» находилась копировальная и множительная техника, в каком состоянии был междугородный телефон, каким чудом казался факс, об электронной почте не было и речи, хотя во всем мире она уже активно использовалась обычными гражданами.

Шестое. Существовала практически полная изоляция от внешнего научного мира. Зарубежные издания (только по естественным наукам и только 1–2 экземпляра на всю страну) – в центральных библиотеках. Экзотически редкие эпизоды личного контакта с представителями «того мира» были под особым контролем. «Спокойной» жизни способствовало и тотальное незнание иностранных языков, что, кстати, неофициально подерживалось: переводчик – еще одна защитная мембрана социального уклада.

Подробности

Федорчук, который одно время перед распадом СССР возглавлял КГБ страны, когда участились перебежки сотрудников ведомства на Запад, вполне серьезно вынашивал идею использовать разведчиков без знания иностранных языков. Предполагалось, что на явки такие агенты будут ходить с переводчиками. Таким образом планировалось исключить возможность перевербовки наших разведчиков.

Седьмое. Тонко построенная бюрократическая система организации науки и циркулирования информации вязала по рукам и ногам любое проявление активности. В ограниченном количестве научных изданий могло быть опубликовано только то, что соответствовало «официальному курсу». Да и то после длинных бюрократических процедур выяснений и утверждений в экспертных комиссиях и «обллитах» (официально литературных, а неофициально – цензурных органах).

Отрадно, что в национальное информационное пространство вернулись память и спектральное зрение. Если посмотреть на современный ход событий глазами еще недавнего прошлого, может показаться, что находишься в каком-то фантастическом сне.

Подробности

Отрадно не только то, что открываются архивы, восстанавливаются церкви и реставрируются старые кварталы городов. Сегодня страна способна спокойно обсуждать все: от недостатков национального гения Шевченко – до положительных черт в деятельности Берии. Из системы с двухполюсной оценкой лиц, событий, явлений наша история превращается в диалектически обусловленный процесс общественного развития. И очень важно, что главным стало не нахождение лишних недостатков у негативных персонажей или преимуществ у признанных героев, а поиск причин, мотивов и объективных закономерностей их поступков. Именно это связывает нас с прошлым и служит мостом в будущее.

Происходят стремительные изменения в самих информационных системах. Любую бумажку можно скопировать на каждом шагу без всякого на то разрешения и в неограниченном количестве экземпляров. С помощью Интернета можно общаться с любой страной мира, получать разнообразную информацию или передавать свою.

В Украине выходит не только статистический справочник, где есть все: от поотраслевого выпуска продукции, ее энергоемкости и материалоемкости до количества заболевших и погибших на производстве или данных о загрязнении окружающей среды. Издаётся большое количество других информационных материалов, даже таких (просто не верится!), как «Квартальные предвиденья». Многие из них, кроме украинского и/или русского языков, дублируются на английском языке!

Значительно увеличилось количество научных и общественных изданий. Сегодня уже снова можно поверить, что до революции в небольшом уездном городке выходило до десятка газет. Каждый университет и даже его кафедра могут самостоятельно издавать сборник или журнал.

За последние 5 лет наши студенты получили доступ к компьютеру. Радует и сам факт, и значительное количество появившихся компьютеров. Но самое отрадное то, что много семей, имея очень скромный достаток, отдают предпочтение именно компьютеру перед другими, казалось бы, необходимыми благами.

И, конечно, трудно переоценить те возможности, которые открывает перед нами пользование электронной почтой, Интернетом. Пусть оно еще ограничено, но каждый желающий, в принципе, уже может найти путь к этим средствам общения в едином мировом коммуникационном пространстве. К слову, это заставляет овладевать иностранными языками.

Цифры и факты

По данным печати, сегодня уже около 500-600 тысяч (приблизительно 1% населения) в Украине пользуются услугами Интернета. И хотя это все еще гораздо меньше, чем в развитых странах Европы (от 8 до 17%), мы успели «прыгнуть на подножку поезда», мчащегося в будущее (Нестеренко, 1999).

Не хочется повторяться, упоминая об исключительно сложных условиях, в которых вынуждены существовать национальная наука, культура и образование. Но то, что отмеченный информационный «взрыв» произошел на фоне полного равнодушия государства, является еще одним чудом сегодняшнего дня. Этот лавиноподобный процесс происходит почти без вмешательства властей, на голом энтузиазме граждан и предприятий, в лучшем случае – при пассивном наблюдении властных структур и ленивом содействии в подготовке к получению различных грантов. Но тот, кто в этом разбирается, может уверить: это огромный шаг вперед – власть перестала мешать! Следующим шагом должна стать всякого рода поддержка развития национальной информационной системы... И станет – если власть и те, кто ее олицетворяют, смогут наконец подняться до того, чтобы понять: информационные сети фактически являются составляющими «нервной системы общества».

Наше информационное поле напоминает сад, с которого наконец сняли черную непрозрачную пленку и, говоря метафорически, перестали закатывать катком. То, что под действием солнечного света очень скоро появятся мощные зеленые побеги, не зависит от усилий зрителя сада. А вот чтобы

этот сад был свободен от чертополоха и других сорняков – это зависит от садовника...

Заметки на каждый день

- *Как это ни парадоксально, но «в книге можно вычитать не больше того, что знаешь», а научить человека - не больше того, что он помнит...*
- *Память - это предыдущая ступенька на лестнице в будущее... Не окажется предыдущей - не перепрыгнуть и на последующую...*
- *Как-то автору пришлось беседовать с немецким изобретателем и бизнесменом Хервигом Микаэль-Кимом (кстати, автором установки, названной электростанцией XXI века, работающей на биогазовом принципе и способной удовлетворить потребности в экологически чистой электрической и тепловой энергии полумиллионного города). «В человеческих сообществах, - сказал он, - существует своеобразный информационный код - под стать генетическому коду биологических организмов. Его можно назвать культурным, или социальным кодом». По мнению моего собеседника, этот код передается из поколения в поколение через архитектурные объекты, порядки в обществе, национальные святыни, нетерпимость к антиобщественным явлениям и пр. Именно этот код вбирает историческую память данного народа и формирует интеллектуальный и культурный потенциал страны. «Наши государства, - говорил господин Микаэль-Ким, когда мы ходили по бережно реконструированной старой части Ростока, - имеют схожие по драматизму судьбы. Но относительно быстрый успех послевоенной Германии во многом объясняется тем, что Германия меньше преуспела в разрушении собственного «культурного кода». Да, наши города были изувечены войной. Но мы никогда сами не взрывали своих храмов...»*



Глава 21

О децентрализации и экоцентризме



Сам себе начальник

При переходе к информационному обществу возникают объективные потребности в усилении индивидуального управленческого потенциала отдельных работников (в частности) и членов общества (вообще). Этому способствуют ряд обстоятельств, основными из которых являются:

- *интеллектуализация труда* (умственный труд чрезвычайно сложно регламентировать, он требует высокого уровня самоорганизации работающих);
- *усиление творческого начала* (творческий труд нестандартен, каждый работник превращается из подмастерья в мастера; это значит, что он сам должен в значительной степени обладать навыками и постановки цели, и выбора средств ее достижения);
- *возрастание степени взаимодействия людей друг с другом* (режим диалога увеличивает степень неопределенности условий принятия решений, в которых возрастает роль каждого участника экономической системы);
- *усиление индивидуального потенциала работающих* (в руках каждого работающего концентрируется колоссальная техническая мощь, его способность адекватно оценивать и принимать решения становится жизненно важным фактором не только производства, но и безопасности общества);
- *быстрая смена условий труда и жизни* (ситуация начинает меняться настолько быстро, что все детали и порядок подобных изменений невозможно предусмотреть, а значит, и регламентировать сверху; решения должны оперативно приниматься «на местах»).

В подобных условиях жизненно важным становится переход от управленческой системы, основанной на контроле специализированных менеджеров за действиями отдельных исполнителей, к системе, построенной на самоуправлении и самоконтроле работающих.

Для этого они должны обладать соответствующими *знаниями и навыками* (в частности, планирования в пространстве и времени своих действий, многовариантного выбора средств достижения цели, подготовки решений, оценки текущей ситуации и отклонений от регламентного режима, пр.), а также *волей, мировоззрением и нравственным потенциалом*, необходимым для принятия решений.

Механизмы и методы индивидуального управления диалектически взаимосвязаны с формами организации и функционирования всей системы в целом. Поэтому все перечисленные изменения обуславливают необходимость трансформации механизма управления всей социальной системой в целом.

Центр – везде, периферия – нигде

Сегодня, когда страны с переходной экономикой усиленно пытаются найти пути к более эффективным схемам управления, безусловно, большое значение имеет изучение опыта передовых стран, овладевших рыночными схемами. Однако важно не только знание тех или иных форм рыночных механизмов, но и понимание глубинной природы происходящих процессов. В этом плане значительные уроки можно извлечь из анализа механизмов регулирования естественных экосистем, если понять причинно-следственные связи протекающих в природе процессов и истоки потрясающей эффективности природных систем. Представляется, что именно подобный анализ поможет найти ответ на вопросы о причинах несовершенства механизмов регулирования общественных систем и об условиях, необходимых для достижения устойчивого развития при переходе к информационному обществу.

Здесь уместно обратить внимание на принципы экосистемного управления. Биосфера Земли является целым, включающим комплексные взаимосвязанные компоненты, и обладает

характерными системными свойствами. В числе основных могут быть выделены:

- *самоорганизация* (т.е. самоподдержание происходящих процессов обмена веществом, энергией и информацией между отдельными компонентами, составляющими систему);
- *самоподдержание гомеостаза* (т.е. состояния динамического равновесия протекающих физико-химических процессов);
- *саморегуляция* (т.е. внесение необходимых корректив и необходимая подстройка механизмов в ответ на происходящие изменения);
- *саморазвитие* (т.е. обеспечение условий для самовоспроизводства и совершенствования системы).

Указанные свойства обеспечиваются целым рядом механизмов, главными из которых можно назвать: *иерархическую организацию системы; взаимосвязь между компонентами системы; естественный отбор; экологические ограничения.*

Под *иерархичностью* понимается функциональное соподчинение элементов целого (его подсистем) в порядке от низшего к высшему. Иерархичностью обладает как вся биосфера в целом, так и отдельные ее составляющие. Иерархия экосистем принципиально отличается от иерархии классических командно-административных систем в обществе. Основное отличие определяется тем смыслом, который в каждой из систем приобретает понятие «соподчиненность».

Для *командных управленческих структур* это означает выполнение распоряжений вышестоящего уровня нижестоящими подчиненными. Самым главным («центральным») является здесь верхний уровень: президент фирмы, глава государства, пр. Именно он своими *командами* определяет поведение всей системы. Функции нижестоящих руководителей заключаются: во-первых, в адаптации директивных указаний верхнего уровня к местным условиям; во-вторых (и это главное), в реализации этих команд на нижестоящих уровнях. Последнее означает: мотивацию, контроль за выполнением, оценку степени выполнения, анализ причин возможного невыполнения. Третья функция – обеспечение обратной информационной связи, т.е. сбор и передача от нижнего уровня верхнему информации о ситуации внизу и реакции исполнителей на команды сверху. Один из отличительных признаков организационных

структур командного типа – наличие *директивного адресного* планирования (например, что, кому, в какие сроки, в какой номенклатуре, в каких объемах, за какую цену и т.д. необходимо выполнить). В противовес этому в иерархических системах подобные проблемы решаются полностью на самом низком уровне. Скажем, в рыночных условиях все указанные позиции определяются исключительно на добровольных условиях самими субъектами предпринимательской деятельности.

Для иерархии *природных* экосистем *соподчиненность* означает то, что нижний уровень является звеном верхнего уровня, который, в свою очередь, является узлом более общей конструкции (см., например, рис. 21.1). Причем все эти узлы, каждый из которых является иерархическим уровнем, формируются, образно говоря, на основе «свободной кооперации», которая строится на принципах *взаимовыгодности*, *взаимодополняемости* и *взаимообусловленности*. Экосистемы самого низшего уровня (ЭС-1), как самоорганизованные, относительно замкнутые системы, образуются в результате симбиоза живых организмов (сообществ продуцентов, консументов и редуцентов). Посредством своего «входа» и «выхода» каждая их этих экосистем взаимодействует соответственно с «выходом» и «входом» других экосистем того же уровня, образуя относительно замкнутую экосистему более высокого уровня (ЭС-2). Таким образом, уровень за уровнем (ЭС-3; ЭС-4 и т.д.) экосистемы образуют единую биосферу – самый высокий иерархический уровень организации экосистем на Земле. Однако нельзя сказать, что это самый главный, или центральный, уровень общей системы. Потому что в биосфере *центром* является каждый из биологических организмов. Наименьшая из бактерий, перерабатывающая остатки льва, являясь «императором» собственных функций, ничуть не менее значима в процессе самоподдержания жизни в экосистеме, чем сам «царь зверей». Таким образом, экосистема обладает уникальным свойством *биоцентризма*, когда центр системы находится одновременно в каждом из биологических организмов. Следовательно, в биосфере «центр – везде; периферия – нигде!».

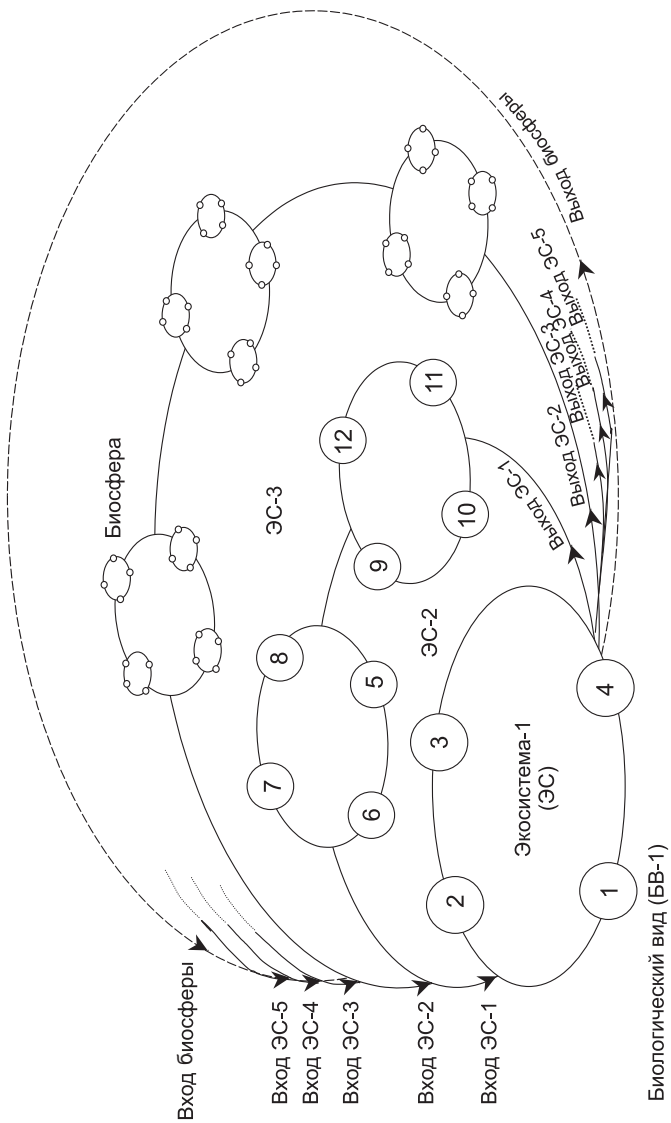


Рис. 21.1. Иерархическая организация экосистем

ИЕРАРХИЯ, в которой нет второстепенных ролей,
но все действующие лица – главные герои!
ИЕРАРХИЯ, где нет деления на рядовых и генералов,
но каждый рядовой – генерал!
ИЕРАРХИЯ, каждый новый уровень которой только
поднимает значение рядового труженика!
Управляемая система, которая одновременно
является и управляющей, так как сама
управляет собой!
Управляемая система, где есть только один
управляющий – ПОРЯДОК МИРОЗДАНИЯ!
Разве это – не достойная восхищения загадка
Природы?!

Только системы, организованные по биосферному принципу, способны на выживание в природе и в обществе. Именно этот принцип «удалось» реализовать рынку, где каждый потребитель становится «царем». Очень важно осмыслить значение принципа биоцентричности в организации экосистем любого уровня. Это означает, что в центре системы должен находиться самый низкий уровень иерархии системы, определяющий, в конечном счете, ее жизнь, динамику и развитие. Иерархическая организация биосферы – еще одно из информационных чудес Природы.

Экосистемная организация позволяет в принципе разрешить одну из управленческих задач, которая неразрешима в рамках командной экономики. Дело в том, что, согласно одному из принципов кибернетики, *сложность управляющей системы должна быть выше сложности управляемой системы*. В природе управляющей системой является экосистема любого уровня, управляемыми – ее структурные элементы. Таким образом, природа с блеском решила, казалось бы, неразрешимую задачу: сочетание биоцентризма (когда каждый биологический вид является центром экосистемы) с экосистемным управлением (когда вся экосистема управляет этими центрами).

Почему нельзя улучшить директивное управление, или Информационный предел командной экономики

Командная система с ее централизованным управлением (подразумевающим центр на вышестоящем уровне) оказалась в «информационной ловушке». Даже самый гениальный руководитель единолично или даже с любым командным аппаратом никогда не сможет превзойти информационную сложность управляемой им системы. На успех он может рассчитывать только в том случае, если ему удастся в максимальной степени задействовать потенциал *самоуправляемости* системы. То есть приблизить ее управление к условиям экосистемной организации.

Количественно отличие двух иерархий может быть охарактеризовано различием систем информационного обеспечения. Информационная система в структурах классического командного менеджмента представляет собой перевернутый треугольник (вершиной вниз и основанием вверх). Максимальным объемом информации должен владеть самый верхний уровень. Он должен контролировать поведение всей системы вплоть до самого низового уровня. А значит, должен располагать для этого достаточной информацией. Минимальный объем информации – у рядовых исполнителей: они только выполняют распоряжения вышестоящих уровней.

Даже если «верховный руководитель» не станет вникать в детали низовых уровней (а, например, Сталин пытался контролировать производство каждого самолета, танка, фильма и даже книги), все равно для принятия принципиальных решений на центральном уровне необходим колоссальный объем информации. В Советском Союзе деятельность каждого предприятия полностью замыкалась на центральные органы (Госплан, Госснаб, Госкомцен, пр.).

Примечание

С ужасом централизованного руководства молодая Советская республика впервые столкнулась весной 1918 года после национализации всей промышленности страны. Отныне государство взваливало на свои плечи ответственность за решение экономических проблем каждого предприятия вплоть до любой кустарной мастерской, включая *выбор номенклатуры, поиск заказчиков, снабжение, ценообразование, сбыт, организацию систем хозрасчета, а также решение социальных проблем*. Все усилия руководства страны за счет наращивания бюрократии

тического аппарата компенсировать дефицит информации для «ручного» управления экономикой закономерно оказались несостоятельными, что, в конечном счете, и привело к краху экономику государства.

Однако проблема – не только в дефиците информационного обеспечения. Не менее важно то, что в командной системе устраняются условия к самоорганизации, включая механизмы естественного отбора наиболее живучих «организмов» системы. За время существования Советского государства не разорилось ни одного предприятия. Бесконечные реорганизации в сочетании с денежными инъекциями годами реанимировали нежизнеспособные экономические структуры. Большинство из них, в частности, были колхозы и совхозы страны. Интуитивно эти пороки командной системы чувствовал Н.С. Хрущев, когда судорожно пытался «улучшить» директивное управление: то упразднением министерств и созданием самоуправляемых территориальных совнархозов, то реформированием на местах обкомов. Увы, эти меры были несовместимы с желанием все решать наверху.

В *экосистемных иерархиях* наибольший объем информации, наоборот, концентрируется на нижних уровнях. Они самоорганизуются и должны полностью решать все проблемы индивидуальной и субсистемной организации. Во-первых, каждый биологический организм несет в себе индивидуальный *генетический код*, определяющий информационную программу поведения. Во-вторых, взаимосвязь отдельных организмов информационно закреплена *организационным порядком* данной экосистемы, т.е. ее своеобразным «геномом». В-третьих, *естественный отбор* работает в направлении информационного совершенствования биологических видов и соответственно всей экосистемы. Чем выше уровень иерархии, тем меньший объем информации необходим для обеспечения его организации. Ведь его система функционирует в автоматическом режиме («информационный треугольник» вершиной кверху). Классическая командная структура и экосистемная самоуправляемая иерархическая система являются как бы «полярными» формами организационных структур. В общественной организации можно встретить своеобразные сочетания этих двух начал. Например, жесткие командные структуры могут быть в значительной степени «смягчены» делегированием полномочий на нижестоящие уровни.

На государственном уровне организации экономики осуществить это в некоторой степени удалось в Югославии времен Тито. С другой стороны, поведение иерархических структур, построенных по экосистемному принципу, можно корректировать, изменяя исходные условия деятельности экономических субъектов (например, за счет налоговых или кредитных механизмов), не вмешиваясь при этом непосредственно в жизнь самих фирм.

Форма организации системы в конечном счете определяет ее способность к прогрессивному развитию. Анализ закономерностей смены экосистем показывает, что в относительно стабильных условиях функционирования, когда не расходуется излишняя энергия на компенсацию турбулентности, *экосистемы, которые имеют значительное внутреннее многообразие, вытесняют более простые экосистемы*. Критерием прогрессивности эволюции экосистемы и биосферы в целом являются темпы наращивания в них *свободной энергии*. Увеличение свободной энергии, таким образом, выполняет две, казалось бы, противоположные функции. С одной стороны, это является фактором, стабилизирующим систему. Ведь свободная энергия усиливает способность к саморегуляции системы и поддержанию состояния динамического равновесия. С другой стороны, накопление излишнего количества свободной энергии вызывает нестабильное состояние системы, ее самовозбуждение, результатом чего является переход к более сложной системе, в большей степени соответствующей данному количеству свободной энергии. Это явление человек должен учитывать в своей деятельности, связанной как с влиянием на экосистемы, так и с организацией социальных структур. Искусственное упрощение системы снижает количество генерируемой свободной энергии в системе и ведет к ее деградации.

Послесловие к разделу и книге, или Пять уроков природы, помогающих обеспечить прогрессивное развитие

По существу, вышеохарактеризованные принципы выражают фундаментальную естественноисторическую закономерность развития живого на нашей планете. Не являются исключением и формы общественного развития.

Какие же уроки можно извлечь из данного анализа для совершенствования управления социально-экономическими системами?

Урок первый. Чтобы система была жизнеспособной, она должна быть самоорганизующейся. Жизнеспособность любой системы определяется способностью совершенствоваться и самоподстраиваться к любым изменениям внешней среды. Именно так в рыночной модели каждый производитель (предприятие или индивид) самостоятельно решает все проблемы организации производства, поиска потребителей продукции (а это обуславливает ее постоянное совершенствование) и поставщиков сырья. Тысячи производителей и потребителей, объединяясь в поиске индивидуальной выгоды, постоянно повышают индивидуальную и общесистемную эффективность. Высвобождающаяся энергия экономической системы способствует появлению новых экономических субъектов, росту многообразия системы, ее усложнению. Автоматизм функционирования и самоорганизация системы создают предпосылки ее целенаправленной корректировки при помощи экономических инструментов (налогов, кредитных механизмов, платежей, пр.).

Урок второй. Чтобы система была управляема, власть должна быть децентрализованной. Приведенный анализ обнаруживает несостоятельность планово-командной системы также в том, что ее функционирование полностью определяется вышестоящим «центром». Постоянное усложнение современных экономических систем требует адекватного увеличения информационной оснащенности верхнего уровня управления. В конечном счете, даже в конце 1980-х информационные массивы, необходимые для нормального управления экономикой даже небольшой области, оценивались астрономической величиной. Именно это объективное несоответствие необходимости и возможности системного управления, а не ошибки отдельных лидеров, привело к краху все командные экономики в истории человечества. Не случайно любые тоталитарные режимы интуитивно тяготеют к максимальному упрощению и примитивизации общественного устройства. Так легче управлять. Точнее, только так, максимально упростив систему, можно ее контролировать командными методами. В управлении экосистемного типа «децентрализация» власти не означает утери контроля за

управляемой системой. Наоборот, освобождение вышестоящих уровней от рутинных функций текущего и даже оперативного управления «развязывает руки» политическому руководству и позволяет сконцентрироваться на решении стратегических задач. Не случайно математическое моделирование иерархических структур, организованных по экосистемному принципу, показывает, что сложность управления системой и количество энтропии (мера хаотичности поведения системы, или ее неупорядоченности) убывает с каждым иерархическим уровнем (от основания к вышестоящим уровням) (Куліш, 1988; Kulish, 1998).

Урок третий. Чтобы система была эффективной, она должна быть достаточно сложной. В природе усложнение экосистем, увеличение их многообразия, появление новых иерархических уровней является следствием избыточной свободной энергии, накапливающейся в системе. Но это же является и причиной увеличения свободной энергии, так как за усложнением системы кроется появление новых симбиотических связей между биологическими видами, которые позволяют повысить эффективность существования каждого отдельного вида и снизить соответствующие расходы энергии.

Пример

Тот факт, что в тропических лесах почвы чрезвычайно бедны, объясняется тем, что многообразие обитателей экосистемы практически не оставляет отходов, необходимых для образования гумуса. В противовес этому несбалансированный (а главное, в меньшей степени замкнутый) характер степных биоценозов является причиной образования очень богатых почв.

По аналогии с этим только экономические системы, имеющие значительную степень разнообразия (многоукладность экономики; различные формы собственности; дифференциация размеров предприятия, видов бизнеса и пр.), имеют шанс достичь высокой эффективности экономических субъектов. В свою очередь, это создает предпосылки для прогрессивного развития. Еще один важный фактор – является экономическая кооперация. Либерализация торговли, в том числе международной, является одним из условий формирования экономически выгодных связей, углубления разделения труда и повышения эффективности экономической системы.

Урок четвертый. Чтобы система прогрессивно развивалась, необходимо сохранять ее «свободную энергию». Даже рыночная модель сама по себе не страхует экономику страны от деградации и разрушения. Непосильное бремя налогов, рэкет чиновников и преступной сферы может явиться фактором, «откачивающим» свободную энергию системы. Это может вести ее к застою или даже деградации.

Урок пятый. Чтобы система совершенствовалась, в ней должен действовать механизм «естественного отбора». В экономике, как и в природе, отбор наиболее эффективных звеньев является обязательным условием совершенствования системы в целом. Отсутствие конкуренции является пагубным для экономики. Как ни болезненно было для Украины открытие границ, но именно оно позволило в последние годы значительно поднять уровень эффективности производства, что сразу же отразилось на наполнении прилавков прежде всего продуктовых магазинов.

В сжатом виде уроки природы можно сформулировать следующим образом:

- жизнеспособность – через самоорганизацию,
 - управляемость – через децентрализацию,
 - эффективность – через многообразие,
 - прогресс – через накопление свободной энергии,
 - совершенствование – через естественный отбор.
-

Это чрезвычайно важно усвоить, особенно при нынешних условиях в Украине. Только в таком случае можно рассчитывать на прогрессивное развитие общества и успешное решение экономических, социальных и экологических проблем.

ЛИТЕРАТУРА

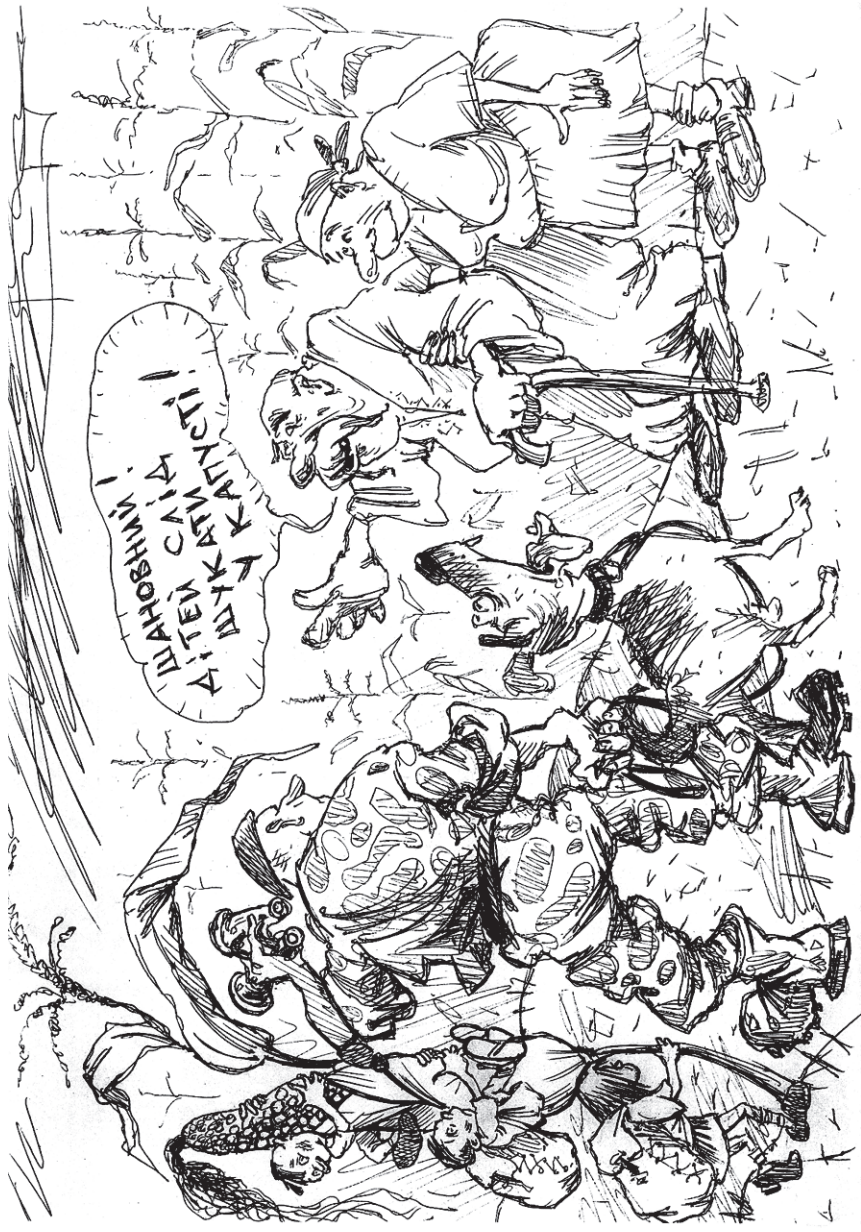
1. Алексеев Г.Н. Энергоэнтропика. – М.: Знание, 1983. – 192 с.
2. Алексеенко И.Р., Кейсевич Л.В. Последняя цивилизация? Человек. Общество. Природа. – К.: Наукова думка, 1997. – 416 с.
3. Анчаров М.Л. Самшитовый лес // Приглашение на праздник: романы и повести. – М.: Художественная литература, 1986. – С. 10–298.
4. Баландин Р.К. Перестройка биосферы. – Минск: Высшая школа, 1981. – 192 с.
5. Баландин Р.К. Экология: Человек и природа. – М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2001. – 350 с.
6. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социально-прогнозирования. – М.: Academia, 1999. – 956 с.
7. Биологический энциклопедический словарь // Гл. ред. М.С. Гиляров. – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – 864 с.
8. Борисенко А.А. К теории самоорганизующихся систем // Вісник СумДУ. – 2000. – № 16. – С. 3–8.
9. Борисенко А.А. Об информационных характеристиках кибернетических и физических систем // Вестник СумГУ. – 1997. – № 1 (7). – С. 16–18.
10. Борисенко А.А. Основы самоорганизации материальных систем (выступления на семинаре «Современные проблемы естествознания», 13 сентября 2001). – Сумы, 2001.
11. Вернадский В.И. Живое вещество. – М.: Наука, 1978. – 358 с.
12. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // Успехи биологии. – 1944. – № 18. – Вып. 2. – С. 113–120.
13. Виленский Ю. Под юпитерами синергетики // Зеркало недели. – 2000. – 15 июля. – С. 12.
14. Винер Н. Кибернетика и общество. – М.: ИИЛ, 1958. – 200 с.
15. Волков Ю.Г., Поликарпов В.С. Человек: Энциклопедический словарь. – М.: Гардарики, 1999. – 520 с.
16. Волькенштейн М.В. Энтропия и информация. – М.: Наука, 1986. – 192 с.

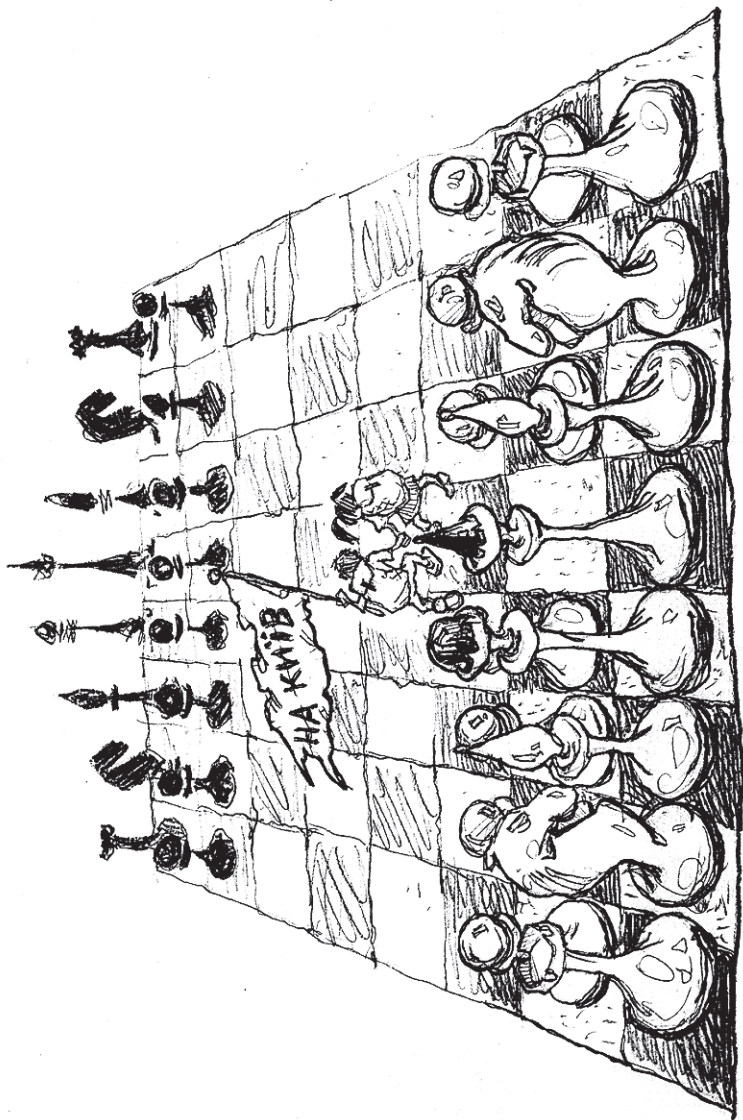
17. Гавриш О. Кривые зеркала цивилизации // Зеркало недели. – 2002. – № 18 (393) – С. 13.
18. Гнатюк Л.В. Сознание как энергетическая система. Введение в философию настоящего. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 1999. – 400 с.
19. Горелов А.А. Концепции современного естествознания: Учебное пособие, практикум, хрестоматия. – М.: ВЛАДОС, 1999. – 208 с.
20. Гумилев Л.Н. География этноса в исторический период. – Л.: Наука, 1990. – 280 с.
21. Дубнищева Т.Я. Пигарев А.Ю. Современное естествознание: Учебное пособие. – Новосибирск: ЮКЭА, 1998. – 160 с.
22. Занг Вай-Бин. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории: Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 335 с.
23. Земля людей. – М.: Знание, 1979. – С. 246–248.
24. Злобін Ю.А. Основи екології. – К.: Лібра, 1998. – 248 с.
25. Иноземцев В.Л. Перспективы постиндустриальной теории в меняющемся мире // Новая постиндустриальная волна на Западе. Антология / Под ред. В.Л. Иноземцева. – М.: Academia, 1999. – С. 3–67.
26. Кастальский-Бороздин К. Догматическое богословие. Курс лекций. – Свято-Троїцька Сергієва Лавра, 2000. – 288 с.
27. Корсак К.В., Плахотник О.В. Основы экологии: Начальный посібник. – К.: МАУП, 1998. – 228 с.
28. Косинов Н.В., Гарбарук В.И., Сидоренко Г.В. Материя и вещество // Физический вакуум и природа. – 2002. – № 5. – С. 3–10.
29. Крисаченко В.С. Людина і біосфера і основа екологічної антропології: Підручник. – К.: Заповіт, 1998. – 688 с.
30. Куліш В.В. Ієрархічний метод та технічні особливості його застосування у нелінійних задачах електродинаміки. Загальна теорія // Укр. фіз. журн. – 1998. – Т. 43. – № 4. – С. 483–499.
31. Кэрролл Л. Сквозь Зеркало и что там увидела Алиса, или Алиса в Зазеркалье // Приключение Алисы в Стране Чудес / Пер. с англ. Н. Демуровой. – М.: Правда, 1985. – С. 141–295.
32. Лао Цзы. – М.: ВИНТИ, 1996. – 71 с.
33. Мангутов И.С. Инженер (Социально-экономический очерк). – М.: Сов. Россия, 1973. – 224 с.
34. Мельник Л.Г. Экономика развития. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2000. – 450 с.
35. Мельник Л.Г. Екологічна економіка. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2002. – 346 с.

36. Мельник Л.Г. Фундаментальные основы развития. – Сумы: ИТД “Университетская книга”, 2003. – 288 с.
37. Мельник Л.Г. Экологическая экономика: Учебник. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2001. – 350 с.
38. Могилевский В.Д. Методология систем: вербальный подход. – М.: ОАО «Изд-во «Экономика», 1999. – 251 с.
39. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. – М.: Молодая гвардия, 1990. – 351 с.
40. Нестеренко М. Скільки нас в Інтернеті // The Ukrainian. – 1999. – № 2. – С. 40.
41. Новый иллюстрированный энциклопедический словарь / Ред. кол.: В.И. Бородулин, А.П. Горкин, А.А. Гусев, Н.М. Ланда и др. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – 656 с.
42. Обезьяна произошла от человека // Ваш шанс. – 2001. – № 3. – С. 14.
43. Одум Г., Одум Э. Энергетический базис человека и природы. – М.: Прогресс, 1978. – 380 с.
44. Ожегов С.И. Словарь русского языка. – М.: Русский язык, 1981. – 816 с.
45. Олемской А.И., Хоменко А.В. Синергетика пластической деформации / Успехи физики металлов. – 2001. – Т 2. – № 3. – С. 189–263.
46. Перельман А.И. Земная кора и биосфера. – М.: Знание, 1985. – С. 9.
47. Петрянов-Соколов И. Наш союзник – природа // Слово лектора. – 1984. – № 12. – С. 7–14.
48. Пиндайк Р., Рубинфельд Д. Микроэкономика. – М.: Экономика, Дело, 1992. – 510 с.
49. Подолинський С.А. Вибрані твори. – К.: КНЕУ, 2000. – 328 с.
50. Политехнический словарь / Редкол.: А.Ю. Ильшинский (гл. ред) и др. – 3-е изд. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – 656 с.
51. Пригожин И. От существующего к возникающему. Время и сложность в физических науках: Пер. с англ. – М.: Наука, 1985. – 327 с.
52. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени. – М.: Эдиториал УРСС, 2000. – 240 с.
53. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. – М.: Эдиториал УРСС, 2000. – 312 с.
54. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
55. Рожен А. На пороге наноланда // Зеркало недели. – 2003. – № 2 (427). – 18 января. – С. 14.

56. Рудий Б. Ілюзія “твердості” матерії // Науковий світ. – 2003. – № 6. – С. 15–16.
57. Рузавин Г.И. Концепции современного естествознания: Учебник для вузов. – М.: Культура и спорт; ЮНИТИ, 1999. – 288 с.
58. Скуратовский В. Об одной забытой катастрофе советской кибернетики // Столичные новости. – 1999. – № 11. – С. 5.
59. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. – 4-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1986. – 1600 с.
60. Социологический энциклопедический словарь. На русском, английском, немецком, французском и чешском языках / Под ред. Г.В. Осипова. – М.: ИНФРА-М – НОРМА, 1998. – 488 с.
61. Троица (DR-001). Центр Апологетических исследований, 2001. <http://orthodox.compclub.lviv.ua/nhtm/otkrov/pisa2.htm> (07.10.01).
62. Туризм в цифрах // Урядовий кур'єр. – 1999. – № 27. – 27 февраля. – С. 2.
63. Урсул А.Д. Информация. – М.: Наука, 1971. – 296 с.
64. Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: Сов. энциклопедия, 1995. – 9284 с.
65. Философский энциклопедический словарь / Ильичев Л.Ф., Федосеев П.Н., Ковалев С.М., Панов В.Г. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 840 с.
66. Христианство: Энциклопедический словарь: В 3 т. / Под ред. С.С. Аверинцева (гл. ред.) и др. – М.: Науч. изд-во «Большая Российская энциклопедия». – 1995. – Т. 3. – 783 с.
67. Чалий О.В. Синергетичні принципи освіти і науки. – АПН, 2000. – 253 с.
68. Шкода В. Ex Nihilo // День. – 2001. – № 139. – С. 5.
69. Шредингер Э. Что такое жизнь? Физический аспект живой клетки. – Ижевск: Редакция журнала «Регулярная и хаотическая динамика», 1999. – 96 с.
70. Шукшин. Верую! // Беседы при ясной луне. – М.: Советская Россия, 1975. – С. 120–128.
71. Экоинформатика. Теория. Практика. Методы и системы / Под ред. В.Е. Соколова – СПб: Гидрометеиздат, 1992. – 520 с.
72. Энгельс Ф. Диалектика природы. – М.: Политиздат, 1982. – С. 165–250.
73. Ягодинский В.Н. Ритм, ритм, ритм! Этюды хронобиологии. – М.: Знание, 1985. – 192 с.
74. Dawkins R., The selfish gene. – Oxford: Oxford University Press, 1989. – 337 p.

75. Faber M., and J.L.R. Proops. Evolution in biology, physics and economics. A conceptual analysis // The book: Evolutionary theories of economic and technological change: present status and future prospects. – Manchester: Harwood Academic Publishers, 1991. – P. 58–87.
76. Kohn J. Hierarchy and velocity of systems. What makes a development sustainable? – Rostock: Rostock University, 1996. – 76 p.
77. Kulish, V.V. Hierarchic theory of oscillations and waves and its application to nonlinear problems of realistic electrodynamics // Causality and locality in modern physics / Edited by G. Hunter et al. – Boston – London: Kluwer Academic Publishing, 1998. – P. 97–104.





БЕЛЫЕ НАЧИНАЮТ И... ВЫГРЫВАЮТ!

